

CLIPPEDIMAGE= JP409119177A

PAT-NO: JP409119177A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09119177 A

TITLE: SOUND ABSORBING MATERIAL

PUBN-DATE: May 6, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ONISHI, KENJI

OKUDAIRA, YUZO

ANDO, HIDEYUKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP07277450

APPL-DATE: October 25, 1995

INT-CL (IPC): E04B001/86;B32B005/18 ;G10K011/162  
;G10K011/16

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide sound absorbing material high in a sound absorbing rate in a low frequency area even with thin thickness and excellent in handling performance as material.

SOLUTION: Sound absorbing material is provided with a porous material A1 with a bulk density of  $200-500\text{kg/m}^3$  and a Young's modulus of  $1.0 \times 10^6 - 1.0 \times 10^8 \text{N/m}^2$  and porous material B2 laminated on the surface of the porous material A1 and having a bulk density of  $100\text{kg/m}^3$  or less and a Young's modulus of  $1.0 \times 10^3 - 1.0 \times 10^6 \text{N/m}^2$ .  
The porous

material A1 side is made the incident side of sound wave,  
and the porous  
material B2 side is made the transmission side of this  
sound wave.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-119177

(43) 公開日 平成9年(1997)5月6日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
E 0 4 B	1/86		E 0 4 B 1/86	M B D
B 3 2 B	5/18		B 3 2 B 5/18	
G 1 0 K	11/162		G 1 0 K 11/16	A
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平7-277450

(22) 出願日 平成7年(1995)10月25日

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 大西 兼司

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内

(72) 発明者 奥平 有三

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内

(72) 発明者 安藤 秀行

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内

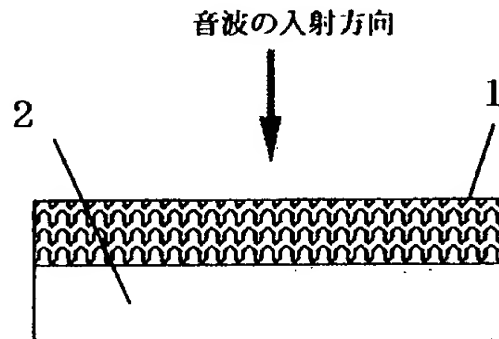
(74) 代理人 弁理士 松本 武彦

(54) 【発明の名称】 吸音材

(57) 【要約】

【課題】 厚みが薄くても低周波数域での吸音率が高く、材料としての取り扱い性に優れた吸音材を提供することである。

【解決手段】 吸音材は、 $200 \sim 500 \text{ kg/m}^3$  のかさ密度と  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (A) と、前記多孔質材 (A) の表面に積層された  $100 \text{ kg/m}^3$  以下のかさ密度と  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (B) とを備え、前記多孔質材 (A) 側が音波の入射側であり、前記多孔質材 (B) 側が前記音波の透過側である。



PTO 2003-2336  
S.T.I.C. Translations Branch

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】200～500kg/m<sup>3</sup> のかさ密度と1.0×10<sup>6</sup>～1.0×10<sup>8</sup>N/m<sup>2</sup> のヤング率とを有する多孔質材(A)と、前記多孔質材(A)の表面に積層された100kg/m<sup>3</sup> 以下のかさ密度と1.0×10<sup>3</sup>～1.0×10<sup>6</sup>N/m<sup>2</sup> のヤング率とを有する多孔質材(B)とを備え、前記多孔質材(A)側が音波の入射側であり、前記多孔質材(B)側が前記音波の透過側である吸音材。

【請求項2】200～500kg/m<sup>3</sup> のかさ密度と1.0×10<sup>6</sup>～1.0×10<sup>8</sup>N/m<sup>2</sup> のヤング率とを有する多孔質材(A)と、前記多孔質材(A)の表面に積層された100kg/m<sup>3</sup> 以下のかさ密度と1.0×10<sup>3</sup>～1.0×10<sup>6</sup>N/m<sup>2</sup> のヤング率とを有する多孔質材(B)と、前記多孔質材(B)とは反対側にある前記多孔質材(A)の表面に積層された粒子の振動により吸音作用を発現する粉体層とを備え、前記粉体層側が音波の入射側であり、前記多孔質材(B)側が前記音波の透過側である吸音材。

【請求項3】前記粉体層が吸音性能を発現する粉体を音響的に透明な基材で保持したシート状物であり、前記粉体層の厚みが5mm以下である、請求項2に記載の吸音材。

【請求項4】前記粉体が、0.1～1000μmの平均粒径と0.1～1.5g/cm<sup>3</sup> の範囲のかさ密度とを有する、請求項3に記載の吸音材。

【請求項5】前記粉体が、粒状粒子からなる粉体とバネ定数1×10<sup>2</sup>N/m以下の微小繊維体からなる粉体との混合粉体である、請求項3に記載の吸音材。

【請求項6】前記粉体が、粒状粒子と前記粒状粒子の表面に付着した微小繊維体とを有し、前記微小繊維体が1×10<sup>2</sup>N/m以下のバネ定数を有する、請求項3に記載の吸音材。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は吸音材に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、以下の①～③に挙げる用途に吸音材が使用されている。

①リスニングルーム、楽器練習室等の内装材として用いる。室内の音響特性が問題となる部屋で、室内残響時間特性および反射特性等を制御するための仕上り用の内装材として用いる。

【0003】②壁、天井の充填材として用いる。遮音特性が要求される部屋では、壁や天井の遮音性能を向上させるために二重パネル構造を採用することが多い。これらのパネル間に吸音材を充填してさらに性能を上げるために用いる。

その他、吸音ダクトの内貼り用、騒音を発生する機器の防音カバーの内貼り用等に用いる。

【0004】これらの用途に使用される従来の吸音材は、発泡ウレタン、グラスウール等の素材の多孔性を利用したものである。その吸音機構は、音波が発泡ウレタン、グラスウール等の連通した気泡や孔の中に入射すると、連通した気泡や孔は複雑な断面形状をした連続気泡であるため、音波の伝播の過程で気泡壁面との粘性摩擦等によって音圧が低下し、その結果、音波エネルギーが吸音材中に吸収されるものと考えられている。

【0005】多孔質材の吸音率は、音波の周波数が高くなるほど、また厚みが増すほど大きいのに、低周波数域(特に、250Hz以下)の音波に対しては小さい。多孔質材の厚みが増せば、低周波数域の吸音率を上げることができる。しかしながら、部屋の内装材として多孔質材を使用した場合に多孔質材が厚いと、部屋が狭くなるという問題が生じる。ダクトの内貼りとして使用した場合に多孔質材が厚いと、空気の流れが狭くなってしまいう問題が生じる。したがって、多孔質材の厚みを増やして低周波数域の吸音率を上げるという方法は適切な方法ではない。

【0006】これとは別の観点で、本出願人は、多孔質材とは異なる低周波数域において十分な吸音率を有する吸音材として、低周波数帯域の音波に対して吸音効果がある粉体の振動を利用した吸音材を提案している(特願平2-294220、特願平4-120103、特願平6-176295)。このような粉体を利用した吸音材であっても、低周波数域において、より優れた吸音性能を得るためには、上記と同様に、粉体層を厚くする必要があり、実際に粉体を利用した吸音材を使用する場合に、材料としての取り扱い性が低下し、このような吸音材を使用中に粉体のこぼれ、偏り等に起因する性能劣化があるという問題がある。

【0007】これらを改善するために、本出願人は、材料としての取り扱い性を向上させるために、吸音性粉体層の音波が透過する側に多孔質材層を積層させることによって、粉体層の厚みを大幅に減らした吸音材を提案している(特願平6-257217)。さらに、本出願人は、吸音特性に優れた粉体をシート状に成形した粉体保持シートを提案している。この粉体保持シートは、粉体層の厚みが薄く切断・加工が可能であり、材料としての取り扱い性が高く、粉体のこぼれ、偏り等に起因する性能劣化はみられず、低周波数帯域の音波に対して吸音特性が優れた吸音材である。

【0008】しかし、現在では、これら吸音材よりも、低周波数域において吸音率が高く、厚みがより薄いものの開発が望まれている。また、粉体を利用した吸音材については、低周波数域において吸音率が高く、厚みがより薄い吸音材の開発が望まれているのが現状である。粉体を利用した吸音材が、経時安定性が高く、性能劣化がないとさらに望ましい。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明が解決しようとする課題は、厚みが薄くても低周波数域での吸音率が高く、材料としての取り扱い性に優れた吸音材を提供することである。本発明が解決しようとする別の課題は、厚みが薄くても低周波数域での吸音率がより高く、材料としての取り扱い性に優れた吸音材を提供することである。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の吸音材は、 $200 \sim 500 \text{ kg/m}^3$  のかさ密度と  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (A) と、前記多孔質材 (A) の表面に積層された  $100 \text{ kg/m}^3$  以下のかさ密度と  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (B) とを備え、前記多孔質材 (A) 側が音波の入射側であり、前記多孔質材 (B) 側が前記音波の透過側である。

【0011】本発明の第2の吸音材は、 $200 \sim 500 \text{ kg/m}^3$  のかさ密度と  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (A) と、前記多孔質材 (A) の表面に積層された  $100 \text{ kg/m}^3$  以下のかさ密度と  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (B) と、前記多孔質材 (B) とは反対側にある前記多孔質材 (A) の表面に積層された粒子の振動により吸音作用を発現する粉体層とを備え、前記粉体層側が音波の入射側であり、前記多孔質材 (B) 側が前記音波の透過側である。

【0012】前記粉体層が吸音性能を発現する粉体を音響的に透明な基材で保持したシート状物であり、前記粉体層の厚みが  $5 \text{ mm}$  以下であると好ましい。前記粉体が、 $0.1 \sim 1000 \mu\text{m}$  の平均粒径と  $0.1 \sim 1.5 \text{ g/cm}^3$  の範囲のかさ密度とを有すると好ましい。前記粉体が、粒状粒子からなる粉体とバネ定数  $1 \times 10^2 \text{ N/m}$  以下の微小繊維体からなる粉体との混合粉体であると好ましい。

【0013】前記粉体が、粒状粒子と前記粒状粒子の表面に付着した微小繊維体とを有し、前記微小繊維体が  $1 \times 10^2 \text{ N/m}$  以下のバネ定数を有すると好ましい。

#### 【0014】

##### 【発明の実施の形態】

〔第1の吸音材〕本発明の第1の吸音材は、たとえば、図1に示すような断面構造の積層材である。この吸音材は、 $200 \sim 500 \text{ kg/m}^3$  のかさ密度と  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (A) 1と、前記多孔質材 (A) 1の表面に積層された  $100 \text{ kg/m}^3$  以下のかさ密度と  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (B) 2とを備えており、前記多孔質材 (A) 1側が音波の入射側であり、前記多孔質材 (B) 2側が前記音波の透過側である。

【0015】多孔質材 (A) は、 $200 \sim 500 \text{ kg/m}^3$

のかさ密度と  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有するものであれば特に限定はない。多孔質材 (A) の具体例としては、ロックウール繊維とバインダーとからなるロックウール吸音板；ロックウール、ガラスウール等の無機繊維をフェノール樹脂等のバインダーで成形したボード；ウレタンボード等の発泡性ボード等を挙げることができる。

【0016】多孔質材 (B) は、 $100 \text{ kg/m}^3$  以下のかさ密度と  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有するものであれば特に限定はない。多孔質材 (B) の具体例としては、ロックウール、ガラスウール、不織布等の無機または有機の多孔質材；ウレタン等の発泡樹脂等を挙げることができる。多孔質材 (A) および多孔質材 (B) の厚みについては特に制限はないが、多孔質材 (A) の厚みが  $2 \sim 20 \text{ mm}$  で、多孔質材 (B) の厚みが  $5 \sim 50 \text{ mm}$  であると、多孔質材 (B) を多孔質材 (A) に積層した時の厚みが薄くて取り扱い性に優れ、低周波数域での吸音作用を付与できるため好ましい。また、多孔質材 (A) と多孔質材 (B) との厚みの比率〔多孔質材 (A) : 多孔質材 (B)〕が、 $4 : 1 \sim 1 : 20$  であると、低周波数域でのピーク周波数 ( $f_p$ ) を設定できるため好ましい。

【0017】第1の吸音材では、多孔質材 (A) の表面に多孔質材 (B) が積層されている。多孔質材 (A) に多孔質材 (B) を積層する方法については特に限定はないが、たとえば、接着剤を使用して積層する方法、熱融着性のバインダーを使用して積層する方法、粘着テープで接着する方法等がある。第1の吸音材は、多孔質材 (A) の表面に多孔質材 (B) が積層され、一体化されており、また、異なるかさ密度の素材を積層することによって、後述の共振による吸音作用が生じるため厚みを薄くすることができるので、材料としての取り扱い性に優れている。

【0018】第1の吸音材においては、多孔質材 (A) 側が音波の入射側であり、多孔質材 (B) 側が音波の透過側である。音波の入射側および透過側を逆にすると、低周波数域での吸音作用が低下するために好ましくない。ロックウール等のかさ密度  $500 \text{ kg/m}^3$  以下の多孔質材単独では、中高音域においては吸音特性を示すが、低周波数域での吸音作用は非常に小さい。それにもかかわらず、第1の吸音材では低周波数域での吸音率が高い。この理由は以下のようであると考えられている。すなわち、図1で示した構造で説明すると、音波の入射側にある多孔質材 (A) 1を「質量 (おもり)」、音波の透過側にある多孔質材 (B) 2を「バネ」とした共振現象が起こり、共振による吸音作用によって、低周波数域での吸音性能が高くなると考えられる。また、第1の吸音材において音波の入射側および透過側を逆にすると、低周波数域での吸音作用が低下するのは、上述のような共振による吸音作用が得られなくなるためである。ま

た、多孔質材(A)および多孔質材(B)は、上記の範囲のかさ密度およびヤング率とを有する必要がある。この範囲外であると、音波が入射した際に多孔質材の共振現象が起こらないか、または、共振現象が起こってもその共振レベルが小さくなるおそれがあり、低周波数域での吸音性能は期待できなくなる。

【0019】多孔質材(A)または多孔質材(B)をそれぞれ単独で吸音材として使用すると、低周波数域での吸音作用はほとんどないか、あっても吸音作用は小さい。そのために、単独で低周波数域での吸音率を上げるためには、多孔質材を厚くして使用する必要がある。そ\*

$$f_r = [1.4 \times 10^5 / (\rho_1 \times t_1 \times t_2)]^{1/2} / 2\pi \quad (1)$$

上記で、 $\rho_1 \times t_1$  は多孔質材(A)の面重量(kg/m<sup>2</sup>)であるため、ピーク周波数( $f_r$ )は多孔質材(A)の面重量(kg/m<sup>2</sup>)と多孔質材(B)の厚みで決まり、音波の入射側である多孔質材(A)の面重量と、音波の透過側である多孔質材(B)の厚みとが、共振現象により吸音率が大きくなる周波数であるピーク周波数( $f_r$ )に影響を与えることがわかる。多孔質材(A)および多孔質材(B)における厚み、材質、かさ密度、ヤング率等の物性については、低周波数域での吸音性能と、厚みを薄くすることおよび材料としての取り扱い性等とのバランスを取りつつ適宜選択する必要がある。

〔第2の吸音材〕本発明の第2の吸音材は、たとえば、図2に示すような断面構造の積層材である。この吸音材は、200~500kg/m<sup>3</sup>のかさ密度と $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8$ N/m<sup>2</sup>のヤング率とを有する多孔質材(A)4と、前記多孔質材(A)1の表面に積層された100kg/m<sup>3</sup>以下のかさ密度と $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6$ N/m<sup>2</sup>のヤング率とを有する多孔質材(B)3と、前記多孔質材(B)3とは反対側にある前記多孔質材(A)4の表面に積層された粒子の振動により吸音作用を発現する粉体層5とを備え、前記粉体層5側が音波の入射側であり、前記多孔質材(B)3側が前記音波の透過側である。

【0022】第2の吸音材は、第1の吸音材において、多孔質材(B)とは反対側にある多孔質材(A)の表面に、粒子の振動により吸音作用を発現する粉体層を積層したものであり、第1の吸音材よりも低周波数域での吸音率がより高くなる。また、第1の吸音材では、多孔質材(A)の面重量を大きくしたり、多孔質材(B)を厚くすることによって、ピーク周波数( $f_r$ )を低減させることができるが、多孔質材(A)の面重量を大きくすると、共振レベルが低下してしまい好ましくない場合がある。このような点は、第2の吸音材を使用することによって解消される。

【0023】第2の吸音材においては、粉体層側が音波の入射側であり、多孔質材(B)側が音波の透過側である。音波の入射側および透過側を逆にすると、低周波数域での吸音作用が低下するために好ましくない。この理※50

\*れに対して、第1の吸音材では、上述のように共振による吸音作用が得られるため、多孔質材を薄くすることができる。

【0020】共振作用による吸音機構では、バネー質量系の共振が生じる周波数帯域で吸音率が大きくなる。共振現象によって吸音率が大きくなる周波数をピーク周波数( $f_r$ )とすると、 $f_r$ は次に示す式(1)で表される。なお、式(1)で、 $\rho_1$ は多孔質材(A)のかさ密度、 $t_1$ は多孔質材(A)の厚み、 $t_2$ は多孔質材(B)の厚みを示す。

【0021】

※由は、第2の吸音材の場合と同様に、多孔質材(A)および多孔質材(B)の共振による吸音作用が得られなくなるためと、入射する音波が最初に粉体層に当たらないことによって粉体層中の粒子の振動による吸音作用が得られにくくなるためである。

【0024】第2の吸音材で使用される多孔質材(A)および多孔質材(B)は、上記かさ密度およびヤング率を有するものであれば特に限定はなく、第1の吸音材で説明した多孔質材(A)および多孔質材(B)をそのまま使用することができる。第2の吸音材では、多孔質材(A)の表面に多孔質材(B)が積層され、また、多孔質材(B)とは反対側にある多孔質材(A)の表面に粉体層が積層されている。第2の吸音材における積層方法についても、第1の吸音材で説明した積層方法をそのまま行うことができる。

【0025】第2の吸音材で使用される粉体層は、粒子の振動により吸音作用を発現するものであれば特に限定はない。このような粉体層が、吸音性能を発現する粉体を音響的に透明な基材で保持したシート状物で、粉体層の厚みが5mm以下であるものが、取り扱い性が向上するとともに、粉体の偏り等による吸音特性の低下が抑制でき、低周波数域での吸音作用が高くなるため好ましい。

【0026】シート状物は吸音性能を発現する粉体を音響的に透明な基材で保持したものである。シート状物の構造については特に限定はないが、たとえば、図3にその断面を示すように、粒子の振動により吸音作用を発現する粉体8を音響的に透明な表面シート6により閉塞された構造のものがある。表面シート6同士は部分的に接着されており、表面シート6内部の粉体8が接着部分7によってセル状のユニットに分割されている構造である。図3では、シート状物は表面シート6が部分的に接着されていることによってセル構造を有し、粉体8が表面シート6内部に分割・保持されている。接着部分7は適宜設けられ、シート状物の面積の大きさに応じて、接着部分7の数は増減する。

【0027】表面シート6を部分的に接着させる方法は、通常の使用状況において破損することなく接着部分7が維持することができれば特に限定はなく、たとえ

ば、①糸で縫い付ける方法、②表面シート6に接着剤または粘着剤を付着させて接着する方法、③熱溶着のバインダーで接着する方法等を挙げることができる。表面シート6と接着部分7で囲まれるセル部分の大きさは、数cm〜数十cmの範囲であると吸音特性に影響を与えることはない。セル部分の大きさが小さいほど、破損または切断によってセル構造がつぶれ、粉体8がセルからこぼれることがなくなるために好ましい。

【0028】音響的に透明な基材としては、粉体を閉じ込め、粉体のこぼれ等を防止できるものであれば特に限定はない。なお、上記表面シート6は音響的に透明な基材の1種である。音響的に透明な基材の具体例としては、通気性のあるペーパー、織物、不織布シート、ガラスクロス；厚みが約50 $\mu$ m以下のポリエステルフィルム、ポリエチレンシート、ビニルシート等の高分子シート；アルミ箔等の金属箔などの音響的に透明な表面シートが挙げられる。音響的に透明な基材は、吸音性能を発現する粉体の平均粒径および充填量によって適宜選択される。

【0029】シート状物は、上記で示した粒子の振動により吸音作用を発現する粉体を音響的に透明な表面シートにより閉塞された構造のもの以外であっても良く、たとえば、粒子の振動により吸音作用を発現する粉体を、レーヨン、ナイロン、ポリプロピレン系の不織布や、ガラスウール、ロックウール等のシート状繊維構造体内部に充填するもの、または、粒子の振動により吸音作用を発現する粉体をメッシュ状になった高分子シート、ペーパーハニカム等のセル構造体内部に充填して、音響的に透明な表面シートにより閉塞された構造のものを挙げることができる。セル構造体が柔軟であると、シート状物は取り扱い易いため好ましい。また、表面シートについても、シート状繊維構造体またはセル構造体と一体化させる必要があるため、粘着性、接着性および熱融着性を有するものが好ましい。この場合、バインダー等と構造体を接着させてもよい。

【0030】シート状物における粉体としては、0.1〜1000 $\mu$ mの平均粒径と0.1〜1.5g/cm<sup>3</sup>の範囲のかさ密度とを有する粉体が望ましい。平均粒径またはかさ密度が前記範囲を外れると、低音域での吸音特性に劣るおそれがある。低音域での吸音特性をより高めるといふ点からは、シート状物における粉体として、1〜300 $\mu$ mの平均粒径と0.1〜0.8g/cm<sup>3</sup>の範囲のかさ密度とを有する粉体がより望ましい。本発明に用いられる粉体としては、フラット型またはピーク型の、吸音率の周波数特性と持つものが挙げられる。吸音率の周波数特性がフラット型またはピーク型でないと、低音域での吸音特性に劣るおそれがある。フラット型の、吸音率の周波数特性を有するとは、特定の周波数以上の周波数の音波が入射した時に、ほぼ一定の吸音率を有することである。ここで、特定の周波数は、粉体層の厚みによ

って変化するため、その値には特に限定はない。

【0031】フラット型の吸音率の周波数特性を有する粉体としては、

- ・バーミキュライト（平均粒径：200〜400 $\mu$ m、かさ密度：0.1g/cm<sup>3</sup>）
- ・湿式シリカ（平均粒径：400〜500 $\mu$ m、かさ密度：約0.1〜0.2g/cm<sup>3</sup>）
- ・軟質炭酸カルシウム（平均粒径：1〜2 $\mu$ m、かさ密度：約0.4g/cm<sup>3</sup>）
- ・ナイロンパウダー（平均粒径：180〜500 $\mu$ m、かさ密度：約0.5g/cm<sup>3</sup>）
- ・フェライト仮焼品（平均粒径：1.3〜1.5 $\mu$ m、かさ密度：約1.0g/cm<sup>3</sup>）
- ・金マイカ（平均粒径：650 $\mu$ m、かさ密度：約0.5〜0.6g/cm<sup>3</sup>）

等が挙げられ、それぞれ単独で使用されたり、あるいは、2以上の粉体が併用されたりする。

【0032】ピーク型の吸音率の周波数特性を有するとは、吸音率の周波数特性曲線が上に凸の極大値を有することである。ここで、上に凸の極大値となる周波数は、粉体層の厚みによって変化するため、その値には特に限定はない。ピーク型の吸音率の周波数特性を有する粉体としては、シリカ、マイカ、タルク等が挙げられる。より具体的には、たとえば、

- ・金マイカ（平均粒径：40 $\mu$ m、かさ密度：約0.4g/cm<sup>3</sup>）
- ・湿式シリカ（平均粒径：7〜150 $\mu$ m、かさ密度：約0.1〜0.3g/cm<sup>3</sup>）
- ・球状シリカ（平均粒径：3〜28 $\mu$ m、かさ密度：約0.3〜0.9g/cm<sup>3</sup>）
- ・タルク（平均粒径：1.5〜9.4 $\mu$ m、かさ密度：約0.3〜0.5g/cm<sup>3</sup>）
- ・アクリル樹脂微粉体（平均粒径：1〜2 $\mu$ m、かさ密度：約0.3g/cm<sup>3</sup>）
- ・ケイ酸カルシウム粉体（平均粒径：20〜30 $\mu$ m、かさ密度：約0.1g/cm<sup>3</sup>）
- ・バーライト粉体（平均粒径：100〜150 $\mu$ m、かさ密度：約0.1〜0.2g/cm<sup>3</sup>）
- ・フッ素樹脂粉体（平均粒径：5〜25 $\mu$ m、かさ密度：約0.4〜0.5g/cm<sup>3</sup>）
- ・ベントナイト（平均粒径：0.3〜3.5 $\mu$ m、かさ密度：約0.5〜0.8g/cm<sup>3</sup>）
- ・シラスバルーン（平均粒径：30〜50 $\mu$ m、かさ密度：約0.2〜0.3g/cm<sup>3</sup>）
- ・溶融シリカ（平均粒径：5〜32 $\mu$ m、かさ密度：約0.5〜0.8g/cm<sup>3</sup>）
- ・炭化ケイ素粉体（平均粒径：0.4〜5.0 $\mu$ m、かさ密度：約0.6〜1.1g/cm<sup>3</sup>）
- ・ナイロンパウダー（平均粒径：5〜250 $\mu$ m、かさ密度：約0.3〜0.5g/cm<sup>3</sup>）

・アクリル樹脂粉体 (平均粒径:  $45\mu\text{m}$ , かさ密度: 約  $0.6\sim 0.7\text{g/cm}^3$ )

・炭素繊維粉体 (平均繊維径:  $14\sim 18\mu\text{m}$ , 繊維長:  $100\sim 200\mu\text{m}$ , かさ密度: 約  $0.5\sim 0.6\text{g/cm}^3$ )

・二酸化チタン粉体 (平均粒径:  $0.1\sim 0.25\mu\text{m}$ , かさ密度: 約  $0.5\sim 0.7\text{g/cm}^3$ )

・炭酸カルシウム粉体 (平均粒径:  $3\sim 30\mu\text{m}$ , かさ密度: 約  $0.6\sim 1.0\text{g/cm}^3$ )

・塩化ビニル樹脂粉体 (平均粒径:  $130\mu\text{m}$ , かさ密度: 約  $0.5\text{g/cm}^3$ )

・バリウムフェライト磁粉 (平均粒径:  $1.8\sim 2.2\mu\text{m}$ , かさ密度: 約  $1.5\text{g/cm}^3$ )

・シリコンパウダー (平均粒径:  $0.3\sim 0.7\mu\text{m}$ , かさ密度: 約  $0.2\sim 0.3\text{g/cm}^3$ )

等が挙げられ、それぞれ単独で使用されたり、あるいは、2以上の粉体が併用されたりする。

【0033】一例として、ピーク型の吸音率の周波数特性を有する粉体からは、平均粒径が  $1.5\sim 3.2\mu\text{m}$ , かさ密度が約  $0.4\text{g/cm}^3$  のタルクを、フラット型の吸音率の周波数特性を有する粉体からは、平均粒径が  $200\sim 400\mu\text{m}$ , かさ密度が約  $0.1\text{g/cm}^3$  のパーミキュライトを選んで、 $3\text{mm}$ 厚みでのそれらの垂直入射吸音率特性を図4に示した。図4中、曲線9は、タルクの吸音率特性、曲線10は、パーミキュライトの吸音率特性をそれぞれ示す。

【0034】シート状物における粉体として、粒状粒子からなる粉体とバネ定数  $1\times 10^2\text{N/m}$ 以下 (好ましくはバネ定数  $1\text{ON/m}$ 以下) の微小繊維体からなる粉体との混合粉体、または、粒状粒子と前記粒状粒子の表面に付着した微小繊維体とを有し微小繊維体が  $1\times 10^2\text{N/m}$ 以下 (好ましくはバネ定数  $1\text{ON/m}$ 以下) のバネ定数を有する粉体を用いることがより一層望ましい。これらの粉体を用いることにより、低音域での吸音特性がより向上する。微小繊維体のバネ定数が前記範囲を外れると、低音域での吸音特性に劣るおそれがある。なお、粒状粒子からなる粉体としては、たとえば、上述した、 $0.1\sim 1000\mu\text{m}$ の平均粒径と  $0.1\sim 1.5\text{g/cm}^3$ の範囲のかさ密度とを有する粉体であり、好ましくは、 $1\sim 300\mu\text{m}$ の平均粒径と  $0.1\sim 0.8\text{g/cm}^3$ の範囲のかさ密度とを有する粉体が望ましい。

【0035】具体的には、図5に示すように、粒状粒子11からなる粉体と、上記数値範囲内のバネ定数を有する微小繊維体12からなる粉体とを混合するか、あるいは、粒状粒子11からなる粉体の該粒状粒子11の表面に微小繊維体12からなる粉体の該微小繊維体12を付けることで、粒状粒子からなる粉体よりさらに吸音特性を低音域化することができ、粉体層の厚み (または、シート状物の厚み) をより低減することが可能となる。

【0036】粒状粒子11に付着・混合させる微小繊維

体12としては、金属ウィスカーなどのウィスカー、プラスチック繊維、植物繊維、ガラス繊維やそれらが凝集した構造体等が用いられる。より具体的には、チタン酸カリウムウィスカー、炭化ケイ素ウィスカー、酸化亜鉛ウィスカー、ケイ酸カルシウム針状粉体、セピオライト等が挙げられる。繊維径および繊維長についても特に限定はされないが、通常平均繊維径が  $0.1\sim 10\mu\text{m}$ の範囲であり、繊維長は数 $\mu\text{m}$ から数十 $\mu\text{m}$ までの範囲内である。

【0037】微小繊維体12は、これらに限定されるものではなく、バネ定数が  $1\times 10^2\text{N/m}$ 以下のものであれば良く、望ましくはバネ定数が  $1\text{ON/m}$ 以下のものである。さらには、粒状粒子11と微小繊維体12との混合割合は特に限定はされないが、粒状粒子からなる粉体と微小繊維体からなる粉体との重量比率は、たとえば、 $20:1\sim 1:10$ の範囲内であり、 $5:1\sim 1:3$ の範囲内が好ましい。微小繊維体粉体の比率が、前記範囲を外れると低音域での吸音特性に劣るおそれがある。粒状粒子11への微小繊維体12の付着方法についても特に限定はされないが、たとえば、希釈したバインダーに微小繊維体を混合し、熱風中を流動している粒状粒子にスプレーする方法や、あるいは、熱融着性バインダーをコーティングした粒状粒子と微小繊維体を混合加熱するという方法などがある。

【0038】次に、粉体粒子の吸音機構を説明する。粉体層に音波が入射すると、粉体層の縦振動モードが励起され、そのモードが生じる周波数帯域では吸音率が大きくなる。吸音率が大きくなる周波数をピーク周波数 ( $f_r$ ) とすると、 $f_r$ は、粉体層のヤング率  $E$ 、かさ密度  $\rho$ 、粉体層厚み  $t$  で次に挙げる式 (2) のように表すことができる。

$$\text{【0039】 } f_r \propto (E/\rho)^{1/2} / 4t \quad (2)$$

なお、粉体層のヤング率  $E$  は粉体粒子表面のバネ定数で決定される。通常、粒状粒子表面のバネ定数は  $1\times 10^2\text{N/m}$  よりも大きいため、前記微小繊維体のバネ定数が  $1\times 10^2\text{N/m}$  以下と粒状粒子1個のバネ定数よりも小さければ、吸音特性をさらに低音域化することができる。

【0040】粉体層の厚みは、前述するように  $5\text{mm}$  以下であるとして取り扱い性が向上するとともに、粉体の偏り等による吸音特性の低下が抑制でき、低周波数域での吸音作用が高くなるため好ましく、 $3\text{mm}$  以下であるとさらに好ましい。ピーク周波数 ( $f_r$ ) は粉体物性 ( $E/\rho$ )<sup>1/2</sup> と粉体層の厚み  $t$  によって大きく影響を受けるため、要求される吸音特性に応じて粉体層の厚みと種類を適宜選択する必要がある。

【0041】本発明の第1の吸音材は、多孔質材 (A) および多孔質材 (B) が積層されているため、材料としての取り扱い性に優れている。さらに多孔質材 (A) が質量、多孔質材 (B) がバネとして働くことによって、共振現象が起こり、共振による吸音作用によって、低周



波数域での吸音性能が高くなり、厚みが薄くても低周波数域での吸音性能の低下はない。

【0042】本発明の第2の吸音材は、多孔質材(A)、多孔質材(B)および粉体層が積層されて、一体化されているため、材料としての取り扱い性に優れている。さらに前述の共振による吸音作用に加えて、粉体層の振動による低周波数域での吸音作用が働くため、低周波数域での吸音性能がさらに高くなり、厚みが薄くてもよい。また、粉体層が音波透過性を有しているため、粉体層を透過した音波は多孔質材内部に入射するため、中高音域での吸音特性を付与することができる。

【0043】さらに、粉体層が、吸音性能を発現する粉体を音響的に透明な基材で保持したシート状物で、粉体層の厚みが5mm以下であると、取り扱い性がさらに向上するとともに、粉体の偏り等による吸音特性の低下が抑制できるため経時的な性能劣化はなく、低周波数域での吸音性能の低下が抑制される。本発明の吸音材は、薄型の低周波域吸音材として、リスニングルーム、楽器練習室の内装材、吸音ダクトの内貼り用素材、騒音を発生する機器の防音カバーの内貼り用素材として用いることができる。さらに、二重床、二重壁パネル等の間隙に設置することにより、優れた床衝撃音低減効果、遮音性向上効果が得られる。

【0044】

【実施例】以下に、本発明の具体的な実施例および比較例を示すが、本発明は下記実施例に限定されない。

(実施例1) 図6は、本発明に係る第1の吸音材の実施例の構成を示す断面図である。この吸音材は、すでに説明したとおりであり、 $200 \sim 500 \text{ kg/m}^3$  のかさ密度と  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材(A)14と、この多孔質材(A)14の表面に積層された  $100 \text{ kg/m}^3$  以下のかさ密度と  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材(B)13とを備えており、多孔質材(A)14側が音波の入射側であり、多孔質材(B)13側が音波の透過側である。

【0045】なお、多孔質材(A)14はロックウール吸音板(厚み12mm、密度  $400 \text{ kg/m}^3$ 、ヤング率  $7 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ )であり、多孔質材(B)13はロックウールファイバー(厚み12mm、密度  $24 \text{ kg/m}^3$ 、ヤング率  $3 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ )である。なお、粘着テープを用いて多孔質材(B)13を多孔質材(A)14に積層した。

【0046】多孔質材(A)および多孔質材(B)の種類は、上記例のロックウール吸音板、ロックウールファイバーに限定されず、多孔質材(A)については、 $200 \sim 500 \text{ kg/m}^3$  のかさ密度と  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有し、多孔質材(B)については、 $100 \text{ kg/m}^3$  以下のかさ密度と  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有するものであればよい。この範囲外であると、音波が入射した際に多孔

質材の共振現象が起こらないか、または、共振現象が起こってもその共振レベルが小さくなるおそれがあり、低周波数域での吸音性能は期待できない。

【0047】(実施例2) 図7は、本発明に係る第2の吸音材の実施例の構成を示す断面図である。この吸音材は、すでに説明したとおりであり、 $200 \sim 500 \text{ kg/m}^3$  のかさ密度と  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材(A)16と、この多孔質材(A)16の表面に積層された  $100 \text{ kg/m}^3$  以下のかさ密度と  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材(B)15と、多孔質材(B)15とは反対側にある多孔質材(A)16の表面に積層された粒子の振動により吸音作用を発現する粉体層17とを備え、粉体層17側が音波の入射側であり、多孔質材(B)15側が前記音波の透過側である。

【0048】なお、多孔質材(A)16はロックウール吸音板(厚み12mm、密度  $400 \text{ kg/m}^3$ 、ヤング率  $7 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ )であり、多孔質材(B)15はロックウールファイバー(厚み12mm、密度  $24 \text{ kg/m}^3$ 、ヤング率  $3 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ )である。また、粉体層17としては、図8に示すように、吸音性能を発現する粉体を音響的に透明な基材で保持したシート状物(厚み2mm)が使用される。シート状物11は、シリカ(平均粒径  $150 \mu\text{m}$ 、密度  $350 \text{ kg/m}^3$ )にケイ酸カルシウム針状粉体(バネ定数  $16 \text{ N/m}$ 、平均繊維長  $5 \sim 20 \mu\text{m}$ 、平均繊維径  $0.8 \mu\text{m}$ )を付着させた粉体18(シリカとケイ酸カルシウム針状粉体の配合割合は重量比率で  $1:1$ )を、ポリプロピレン系不織布の繊維19の空隙部分に含ませて、音響的に透明なポリエステルフィルム20(厚み  $25 \mu\text{m}$ )で表面を覆い、シート状に成形したものである。

【0049】なお、粘着テープを用いて多孔質材(B)15を多孔質材(A)16に積層した。また、同様にして、粉体層17を多孔質材(A)16に積層した。以上のように、吸音材は、多孔質材(A)、多孔質材(B)および粉体層を積層したものであり、その厚みは約26mmである。なお、実施例2において、シート状物の厚み、粉体の種類、物性等については、上記実施例に限定されず、要求される吸音特性に応じて適宜選択される。

【0050】シート状物における粉体としては、上記に示したものに限定されない。しかし、粉体が、粒状粒子からなる粉体と、バネ定数が  $1 \times 10^2 \text{ N/m}$  以下の微小繊維体からなる粉体との混合粉体であるか、あるいは、粒状粒子表面にバネ定数が  $1 \times 10^2 \text{ N/m}$  以下の微小繊維体を付けた構造を有している粉体を用いることがより一層望ましい。つまり、吸音特性に優れた粉体を用いることによって、粉体の充填量、つまり粉体層の厚みを薄くすることによっても低周波数域での吸音性能を発現できる。そのため、シート状物を用いた吸音材において、吸音性能と材料としての取り扱い性とを共に満足させるこ

とが可能となる。

【0051】シート状物を構成する、粉体を保持する基材としては、音響的に透明であり、粉体のこぼれが防止できるものであれば特に限定はされない。このような基材（表面シート）としては、たとえば、通気性のあるペーパー、織物、不織布シート、ガラスクロス等、あるいは厚みが概ね50 $\mu$ m以下のポリエステルシート、ポリエチレンシート、ビニルシート等の高分子シートやアルミ фоль等金属箔などが挙げられる。

【0052】実施例2においては、多孔質材を積層することによるバネ質量系の共振現象による吸音作用に加えて、粉体層の振動による低周波数域での吸音作用が働くため、低周波数域での吸音性能がさらに高くなる。さらに、粉体層を透過した音波が多孔質材内部に入射するため中高音域の音波を吸音することができる。さらに、実施例2においては、粉体層が吸音性能を発現する粉体を音響的に透明な基材で保持したシート状物であるため、取り扱い性がさらに向上する。シート状物であると、粉体の偏り等による吸音特性の低下が抑制され、経時的な性能劣化はなく、低周波数域での吸音性能の低下

【0053】実施例2においては、粉体層の厚み、粉体の種類、多孔質材等は、上記例に限定されず、要求される吸音特性に応じて、適宜選択される。たとえば、多孔質材(A)および多孔質材(B)の種類は、上記例のロックウール吸音板、ロックウールファイバーに限定されず、多孔質材(A)については、200~500kg/m<sup>3</sup>のかさ密度と1.0 $\times$ 10<sup>6</sup>~1.0 $\times$ 10<sup>8</sup>N/m<sup>2</sup>のヤング率とを有し、多孔質材(B)については、100kg/m<sup>3</sup>以下のかさ密度と1.0 $\times$ 10<sup>3</sup>~1.0 $\times$ 10<sup>6</sup>N/m<sup>2</sup>のヤング率とを有するものであればよい。この範囲外であると、音波が入射した際に多孔質材の共振現象が起こらないか、または、共振現象が起こってもその共振レベルが小さくなるおそれがあり、低周波数域での吸音性能は期待できない。

【0054】次に、上記実施例1および2に示した吸音材において、JIS A1409にある残響室吸音率の測定方法に基づいて吸音性能を計測した結果を示す。図9は、吸音材の設置面積を3 $\text{m}^2$ とした時に、実施例1の吸音材と、ロックウールからなり、かさ密度40kg/m<sup>3</sup>、厚み25mmの市販の多孔質吸音材(比較例の吸音材)との吸音率を測定した結果を示す。比較例の吸音材では500Hz以下の吸音性能は残響室吸音率(吸音率)が0.4以下であるのに対して、実施例1では500Hz以下の低周波数域で優れた吸音性能を示している。

【0055】図10は、吸音材の設置面積を1.3 $\text{m}^2$ とした時に、実施例1および実施例2の吸音材の吸音特性を示し、その性能を比較したものである。実施例2では厚さ2mmの粉体層を積層しており、実施例1の吸音材よ

りも250Hz以下の低周波数域で優れた吸音性能を示している。

【0056】

【発明の効果】本発明の第1の吸音材は、多孔質材(B)が多孔質材(A)に積層されており、一体化されているため、材料としての取り扱い性に優れている。さらに、第1の吸音材では、多孔質材(A)が質量、多孔質材(B)がバネとして働くことによって、共振現象が起こり、共振による吸音作用によって、低周波数域での吸音性能が高くなり、厚みが薄くても低周波数域での吸音性能の低下はなく、その吸音率は高い。

【0057】本発明の第2の吸音材は、多孔質材(A)、多孔質材(B)および粉体層が積層されて、一体化されているため、材料としての取り扱い性に優れている。さらに前述の共振による吸音作用に加えて、粉体層の振動による低周波数域での吸音作用が働くため、低周波数域での吸音性能がさらに高くなり、厚みが薄くてもよい。また、粉体層が音波透過性を有しているため、粉体層を透過した音波は多孔質材内部に入射し、中高音域での吸音特性も有している。

【0058】さらに、第2の吸音材において、粉体層が吸音性能を発現する粉体を音響的に透明な基材で保持したシート状物で、粉体層の厚みが5mm以下であると、シート状物であるために取り扱い性がさらに向上するとともに、基材で粉体を保持しているために粉体の偏り等による吸音特性の低下が抑制でき、経時的な低周波数域での吸音性能の劣化はない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の吸音材の1実施例を示す断面図。

【図2】本発明の第2の吸音材の1実施例を示す断面図。

【図3】シート状物の構造を示す断面図。

【図4】フラット型およびピーク型吸音特性を持つ粉体層の吸音特性を表した図。

【図5】粒状粒子の表面に微小繊維体を付けた粉体の概念図。

【図6】実施例1における吸音材を示す断面図。

【図7】実施例2における吸音材を示す断面図。

【図8】実施例2におけるシート状物を示す断面図。

【図9】実施例1および比較例の吸音材の吸音特性を示す図。

【図10】実施例1および実施例2の吸音材の吸音特性を示す図。

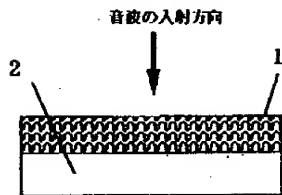
【符号の説明】

- 1 多孔質材(A)
- 2 多孔質材(B)
- 3 多孔質材(B)
- 4 多孔質材(A)
- 5 粉体層

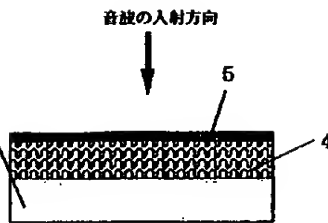
- 15  
6 表面シート  
7 接着部分  
8 粉体  
11 粒状粒子  
12 微小繊維体  
13 多孔質材 (B)  
14 多孔質材 (A)

- 16  
15 多孔質材 (B)  
16 多孔質材 (A)  
17 粉体層  
18 シリカにケイ酸カルシウム針状粉体を付着させた粉体  
19 ポリアプロピレン系不織布の繊維  
20 ポリエステルフィルム

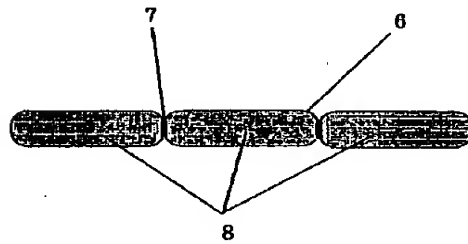
【図1】



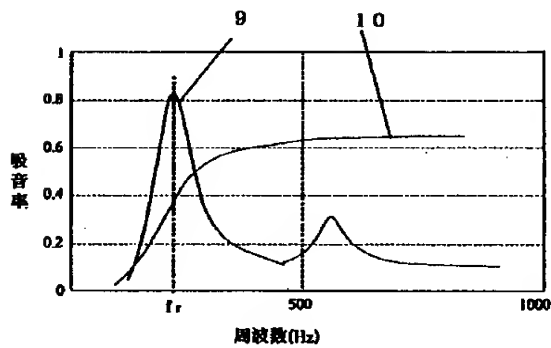
【図2】



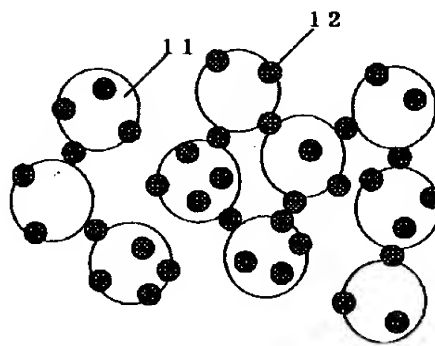
【図3】



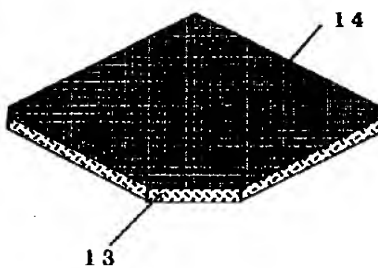
【図4】



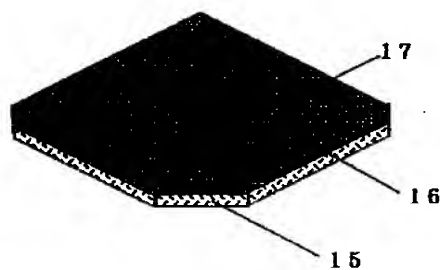
【図5】



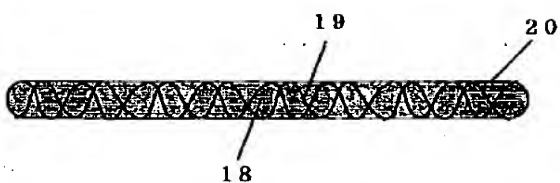
【図6】



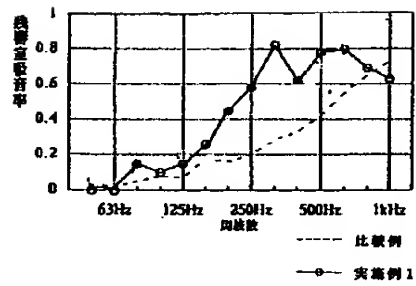
【図7】



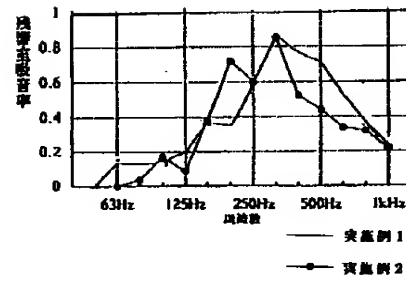
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

G10K 11/16

識別記号

庁内整理番号

F I

G10K 11/16

技術表示箇所

D

**MACHINE-ASSISTED TRANSLATION (MAT):**

(19) 【発行国】 日本国特許庁 ( J P )	(19)[ISSUINGCOUNTRY] Japan Patent Office (JP)
(12) 【公報種別】 公開特許公報 ( A )	Laid-open (Kokai) patent application number (A)
(11) 【公開番号】 特開平 9 - 1 1 9 1 7 7	(11)[UNEXAMINEDPATENTNUMBER] Unexamined-Japanese-Patent No. 9-119177
(43) 【公開日】 平成 9 年 ( 1 9 9 7 ) 5 月 6 日	(43)[DATEOFFIRSTPUBLICATION] Heisei 9 (1997) May 6
(54) 【発明の名称】 吸音材	(54)[TITLE] Sound absorbing material
(51) 【国際特許分類第 6 版】 E04B 1/86	(51)[IPC] E04B 1/86
B32B 5/18 G10K 11/162 11/16	B32B 5/18 G10K11/162 11/16
【 F I 】 E04B 1/86 M B D B32B 5/18 G10K 11/16 A D	【 F I 】 E04B 1/86 M B D B32B 5/18 G10K11/16 A D
【審査請求】 未請求	[EXAMINATIONREQUEST] UNREQUESTED
【請求項の数】 6	[NUMBEROFCLAIMS] 6
【出願形態】 O L	[Application form] O L
【全頁数】 1 0	[NUMBEROFPAGES] 10

(21) 【出願番号】  
特願平 7 - 2 7 7 4 5 0

(21)[APPLICATIONNUMBER]  
Japanese Patent Application No. 7-277450

(22) 【出願日】  
平成 7 年 ( 1 9 9 5 ) 1 0 月 2  
5 日

(22)[DATEOFFILING]  
Heisei 7 (1995) October 25

(71) 【出願人】

(71)[PATENTEE/ASSIGNEE]

【識別番号】  
0 0 0 0 0 5 8 3 2

[IDCODE]  
000005832

【氏名又は名称】  
松下電工株式会社

Matsushita Electric Works, Ltd

【住所又は居所】  
大阪府門真市大字門真 1 0 4 8  
番地

[ADDRESS]

(72) 【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】 大西 兼司

Onishi Kenji

【住所又は居所】  
大阪府門真市大字門真 1 0 4 8  
番地 松下電工株式会社内

[ADDRESS]

(72) 【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】 奥平 有三

Okudaira Yuzo

【住所又は居所】  
大阪府門真市大字門真 1 0 4 8  
番地 松下電工株式会社内

[ADDRESS]

(72) 【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】 安藤 秀行

Ando Hideyuki

【住所又は居所】

[ADDRESS]

大阪府門真市大字門真 1 0 4 8  
番地 松下電工株式会社内

(74) 【代理人】

(74)[PATENTAGENT]

【弁理士】

[PATENTATTORNEY]

【氏名又は名称】 松本 武彦 Matsumoto Takehiko

(57) 【要約】

(57)[SUMMARY]

【課題】

厚みが薄くても低周波数域での吸音率が高く、材料としての取り扱い性に優れた吸音材を提供することである。

[SUBJECT]

It is providing the sound absorbing material whose acoustic absorption coefficient in a low-frequency region is high even if thickness is thin, and is excellent in the handleability as a material.

【解決手段】

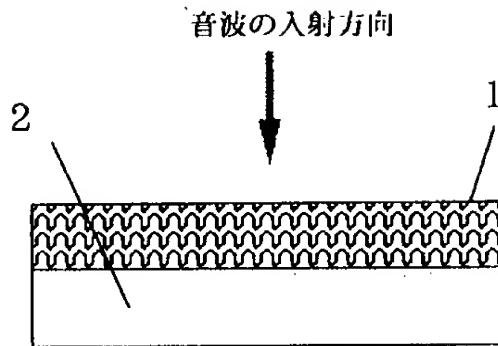
吸音材は、 $200 \sim 500 \text{ kg/m}^3$ のかさ密度と  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (A) と、前記多孔質材 (A) の表面に積層された  $100 \text{ kg/m}^3$  以下のかさ密度と  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (B) とを備え、前記多孔質材 (A) 側が音波の入射側であり、前記多孔質材 (B) 側が前記音波の透過側である。

[SOLUTION]

A sound absorbing material is provided with porous material (A) which has the bulk density of 200 to 500 kg/m<sup>3</sup>, and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ , and porous material (B) which was laminated by the surface of said porous material (A) and which has the bulk density of 100 or less kg/m<sup>3</sup>, and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ .

Said porous material (A) side is the incident side of a sound wave.

Said porous material (B) side is the transmission side of said sound wave.



Incident direction of a sound wave

## 【特許請求の範囲】

## [CLAIMS]

## 【請求項 1】

200～500 kg/m<sup>3</sup> のかさ密度と  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (A) と、前記多孔質材 (A) の表面に積層された 100 kg/m<sup>3</sup> 以下のかさ密度と  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (B) とを備え、前記多孔質材 (A) 側が音波の入射側であり、前記多孔質材 (B) 側が前記音波の透過側である吸音材。

## [CLAIM 1]

It has porous material (A) which has the bulk density of 200 to 500 kg/m<sup>3</sup>, and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^6 - 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ , and porous material (B) which has the bulk density of 100 kg/m<sup>3</sup> or less and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^3 - 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  which were laminated by the surface of said porous material (A), said porous material (A) side is the incident side of a sound wave.

The sound absorbing material said whose porous material (B) side is the transmission side of said sound wave.

## 【請求項 2】

200～500 kg/m<sup>3</sup> のかさ密度と  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (A) と、前記多孔質材 (A) の表面に積層された 100 kg/m<sup>3</sup> 以下のかさ密度と  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (B) と、前記多孔質材 (B) とは反対側にある前記多孔質材 (A) の表面に積層され

## [CLAIM 2]

Sound absorbing material which has a porous material (A) which has the bulk density of 200 to 500 kg/m<sup>3</sup>, and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^6 - 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ , porous material (B) which has the bulk density of 100 kg/m<sup>3</sup> or less and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^3 - 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  which were laminated by the surface of said porous material (A), and the powder layer which expresses a sound-absorption action by vibration of the particle laminated by the surface of said porous material (A) which is in a reverse side to said porous



た粒子の振動により吸音作用を  
発現する粉体層とを備え、前記  
粉体層側が音波の入射側であ  
り、前記多孔質材（B）側が前  
記音波の透過側である吸音材。

**【請求項 3】**

前記粉体層が吸音性能を発現す  
る粉体を音響的に透明な基材で  
保持したシート状物であり、前  
記粉体層の厚みが 5 mm 以下で  
ある、請求項 2 に記載の吸音材。

**【請求項 4】**

前記粉体が、0.1～1000  
 $\mu\text{m}$  の平均粒径と 0.1～1.  
5 g/cm<sup>3</sup> の範囲のかさ密度とを  
有する、請求項 3 に記載の吸音  
材。

**【請求項 5】**

前記粉体が、粒状粒子からなる  
粉体とバネ定数  $1 \times 10^2 \text{N/m}$   
以下の微小繊維体からなる粉体  
との混合粉体である、請求項 3  
に記載の吸音材。

**【請求項 6】**

前記粉体が、粒状粒子と前記粒  
状粒子の表面に付着した微小繊  
維体とを有し、前記微小繊維体  
が  $1 \times 10^2 \text{N/m}$  以下のバネ定  
数を有する、請求項 3 に記載の  
吸音材。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

material (B).

Said powder layer side is the incident side of a sound wave.

Said porous material (B) side is the transmission side of said sound wave.

**[CLAIM 3]**

Said powder layer is the sheet article which held the powder which expresses sound absorbing performance by the acoustically transparent base material.

The thickness of said powder layer is 5 mm or less

**[CLAIM 4]**

The sound absorbing material of Claim 3 wherein said powder has a 0.1 to 1000-micrometer mean particle diameter, and the bulk density of the range of 0.1 to 1.5 g/cm<sup>3</sup>,

**[CLAIM 5]**

The sound absorbing material of Claim 3 wherein a mixed powder of said powder is a powder which consists of a granular particle with the powder which consists of a microfilament object of  $1 \times 10^2$  or less N/m of spring constant.

**[CLAIM 6]**

The sound absorbing material of Claim 3 wherein said powder has a granular particle and a microfilament object adhering to the surface of said granular particle.

Said microfilament object has the load rate of  $1 \times 10^2$  or less N/m.

**[DETAILED DESCRIPTION OF INVENTION]**

**[0001]**

【発明の属する技術分野】  
本発明は吸音材に関する。

【0002】

【従来の技術】  
従来、以下の(1)～(3)に挙げる用途に吸音材が使用されている。  
(1)リスニングルーム、楽器練習室等の内装材として用いる。室内の音響特性が問題となる部屋で、室内残響時間特性および反射特性等を制御するための仕上げ用の内装材として用いる。

【0003】

(2)壁、天井の充填材として用いる。遮音特性が要求される部屋では、壁や天井の遮音性能を向上させるために二重パネル構造を採用することが多い。これらのパネル間に吸音材を充填してさらに性能を上げるために用いる。  
(3)その他、吸音ダクトの内貼り用、騒音を発生する機器の防音カバーの内貼り用等に用いる。

【0004】

これらの用途に使用される従来の吸音材は、発泡ウレタン、グラスウール等の素材の多孔性を利用したものである。その吸音機構は、音波が発泡ウレタン、グラスウール等の連通した気泡や孔の中に入射すると、連通した気泡や孔は複雑な断面形状をした連続気泡であるため、音波

**[TECHNICAL FIELD]**

This invention relates to a sound absorbing material.

[0002]

**[PRIOR ART]**

Conventionally, the sound absorbing material is used by the application mentioned to the following (1)-(3).

(1)  
It uses as interior materials, such as a listening room and a musical instrument practice room.  
It uses in the room where an indoor sound property poses a problem as an interior material for finishing for controlling an indoor reverberation-time property, a reflective property, etc.

[0003]

(2)  
It uses as a filler of a wall and a ceiling.  
In the room where a sound-insulation property is required, in order to improve the sound-insulating ability of a wall or a ceiling, double panel structure is adopted in many cases.  
It uses in order to fill a sound absorbing material and to further improve a property among these panels.

(3)  
In addition, it uses for the lining of a sound absorption duct, and the lining of the noise insulation cover of the apparatus which generates a noise.

[0004]

The conventional sound absorbing material used by these applications utilized the porosity of raw materials, such as foaming urethane and glass wool.

As for the sound-absorption mechanism, if a sound wave enters inside of the air bubbles and holes which were connected, such as foaming urethane and glass wool, a sound pressure reduces by a viscous friction with a cellular wall surface etc. in process of propagation of a

の伝播の過程で気泡壁面との粘性摩擦等によって音圧が低下し、その結果、音波エネルギーが吸音材中に吸収されるものと考えられている。

#### 【0005】

多孔質材の吸音率は、音波の周波数が高くなるほど、また厚みが増すほど大きいのに、低周波数域（特に、250Hz以下）の音波に対しては小さい。多孔質材の厚みが増せば、低周波数域の吸音率を上げることができる。しかしながら、部屋の内装材として多孔質材を使用した場合に多孔質材が厚いと、部屋が狭くなるという問題が生じる。ダクトの内貼りとして使用した場合に多孔質材が厚いと、空気の通路が狭くなってしまいう問題が生じる。したがって、多孔質材の厚みを増やして低周波数域の吸音率を上げるという方法は適切な方法ではない。

#### 【0006】

これとは別の観点で、本出願人は、多孔質材とは異なる低周波数域において十分な吸音率を有する吸音材として、低周波数帯域の音波に対して吸音効果がある粉体の振動を利用した吸音材を提案している（特願平2-294220、特願平4-120103、特願平6-176295）。このような粉体を利用した吸音材であっても、低周波数域において、より優れた吸音性能を得るためには、上記と同様に、粉体層を厚くする必要があり、

sound wave since the air bubbles and hole which were connected are the open cell which carried out the complicated cross-sectional shape.

Consequently, it is thought that a sound-wave energy is absorbed in a sound absorbing material.

#### [0005]

The acoustic absorption coefficient of a porous material is big when the frequency of a sound wave becomes higher and thickness increases.

However, to the sound wave of a low-frequency region (especially 250Hz or less), it is small.

If the thickness of a porous material increases, the acoustic absorption coefficient of a low-frequency region can be gathered.

However, the room will become narrow, if a porous material is thick when a porous material is used as an interior material of the room.

Said problem arises.

The route of air will become narrow, if a porous material is thick when it uses as lining of a duct.

Said problem arises.

Therefore, the method of increasing the thickness of a porous material and gathering the acoustic absorption coefficient of a low-frequency region is not a suitable method.

#### [0006]

From a viewpoint different from this, this applicant propose the sound absorbing material using a vibration of the powder which has the sound-absorption effect to the sound wave of a low-frequency band as a sound absorbing material different from a porous material which has sufficient acoustic absorption coefficient in a low-frequency region (Japanese Patent Application No. 2-294220, Japanese Patent Application No. 4-120103, Japanese Patent Application No. 6-176295).

Even if it is a sound absorbing material using such a powder, in order to obtain superior sound absorbing performance, in a low-frequency region, it is necessary to thicken a powder layer in the same manner to the above.

実際に粉体を利用した吸音材を使用する場合に、材料としての取り扱い性が低下し、このような吸音材を使用中に粉体のこぼれ、偏り等に起因する性能劣化があるという問題がある。

**【0007】**

これらを改善するために、本出願人は、材料としての取り扱い性を向上させるために、吸音性粉体層の音波が透過する側に多孔質材層を積層させることによって、粉体層の厚みを大幅に減らした吸音材を提案している(特願平6-257217)。さらに、本出願人は、吸音特性に優れた粉体をシート状に成形した粉体保持シートを提案している。この粉体保持シートは、粉体層の厚みが薄く切断・加工が可能であり、材料としての取り扱い性が高く、粉体のこぼれ、偏り等に起因する性能劣化はみられず、低周波数帯域の音波に対して吸音特性が優れた吸音材である。

**【0008】**

しかし、現在では、これら吸音材よりも、低周波数域において吸音率が高く、厚みがより薄いものの開発が望まれている。また、粉体を利用した吸音材については、低周波数域において吸音率が高く、厚みがより薄い吸音材の開発が望まれているのが現状である。粉体を利用した吸音材が、経時安定性が高く、性能劣化がないとさらに望ましい。

When using the sound absorbing material which actually utilized the powder, the handleability as a material reduces, during the use of such a sound absorbing material, there is performance degradation resulting from the spill of a powder, a polarization, etc.

There is said problem.

**[0007]**

In order to improve these, this applicant propose the sound absorbing material which reduced the thickness of a powder layer sharply by laminating a porous material layer to the side which the sound wave of the sound absorbency powder layer permeates in order to improve the handleability as a material.

(Japanese Patent Application No. 6-257217).

Furthermore, this applicant propose the powder holding sheet which shaped the powder excellent in the sound absorption characteristics in the shape of a sheet.

The thickness of a powder layer is thin and cutting \* machining can do this powder holding sheet, the handleability as a material is high, the performance degradation resulting from the spill of a powder, polarization, etc. is not observed, it is the sound absorbing material in which the sound absorption characteristics was excellent to the sound wave of a low-frequency band.

**[0008]**

However, development of a thing with a higher acoustic absorption coefficient in a low-frequency region and thinner thickness than these sound absorbing materials is desired now.

Moreover, as for the sound absorbing material using a powder, the present condition is that development of a sound absorbing material with a high acoustic absorption coefficient in a low-frequency region and thinner thickness is desired.

It is further desirable that the sound absorbing material using a powder has high aging stability, and there is no performance degradation.

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

本発明が解決しようとする課題は、厚みが薄くても低周波数域での吸音率が高く、材料としての取り扱い性に優れた吸音材を提供することである。本発明が解決しようとする別の課題は、厚みが薄くても低周波数域での吸音率がより高く、材料としての取り扱い性に優れた吸音材を提供することである。

[0009]

**[PROBLEM ADDRESSED]**

PROBLEM ADDRESSED is providing the sound absorbing material whose acoustic absorption coefficient in a low-frequency region was high even if thickness is thin, and which is excellent in the handleability as a material. Another subject which this invention tends to solve is providing the sound absorbing material whose acoustic absorption coefficient in a low-frequency region is higher even if thickness is thin, and is excellent in the handleability as a material.

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の吸音材は、 $200 \sim 500 \text{ kg/m}^3$  のかさ密度と  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (A) と、前記多孔質材 (A) の表面に積層された  $100 \text{ kg/m}^3$  以下のかさ密度と  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (B) とを備え、前記多孔質材 (A) 側が音波の入射側であり、前記多孔質材 (B) 側が前記音波の透過側である。

[0010]

**[SOLUTION OF THE INVENTION]**

The sound absorbing material of this invention 1 is provided with porous material (A) which has the bulk density of 200 to 500 kg/m<sup>3</sup>, and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ , and porous material (B) which has the bulk density of 100 kg/m<sup>3</sup> or less and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  which were laminated by the surface of said porous material (A), said porous material (A) side is the incident side of a sound wave.

Said porous material (B) side is the transmission side of said sound wave.

【0011】

本発明の第2の吸音材は、 $200 \sim 500 \text{ kg/m}^3$  のかさ密度と  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (A) と、前記多孔質材 (A) の表面に積層された  $100$

[0011]

The sound absorbing material of this invention 2 is provided with

a porous material (A) which has the bulk density of 200 to 500 kg/m<sup>3</sup>, and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ , a porous material (B) which has the bulk density of 100 kg/m<sup>3</sup> or less and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^3 \sim$

0 kg/m<sup>3</sup> 以下のかさ密度と  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6$  N/m<sup>2</sup> のヤング率とを有する多孔質材 (B) と、前記多孔質材 (B) とは反対側にある前記多孔質材 (A) の表面に積層された粒子の振動により吸音作用を発現する粉体層とを備え、前記粉体層側が音波の入射側であり、前記多孔質材 (B) 側が前記音波の透過側である。

**【0012】**

前記粉体層が吸音性能を発現する粉体を音響的に透明な基材で保持したシート状物であり、前記粉体層の厚みが 5 mm 以下であると好ましい。前記粉体が、 $0.1 \sim 1000 \mu\text{m}$  の平均粒径と  $0.1 \sim 1.5 \text{ g/cm}^3$  の範囲のかさ密度とを有すると好ましい。前記粉体が、粒状粒子からなる粉体とバネ定数  $1 \times 10^2 \text{ N/m}$  以下の微小繊維体からなる粉体との混合粉体であると好ましい。

**【0013】**

前記粉体が、粒状粒子と前記粒状粒子の表面に付着した微小繊維体とを有し、前記微小繊維体が  $1 \times 10^2 \text{ N/m}$  以下のバネ定数を有すると好ましい。

**【0014】**

**【発明の実施の形態】**

**【第1の吸音材】**

本発明の第1の吸音材は、たと

$1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  which were laminated by the surface of said porous material (A), and the powder layer which expresses a sound-absorption action by vibration of the particle laminated by the surface of said porous material (A) which is in a reverse side to said porous material (B).

Said powder layer side is the incident side of a sound wave.

Said porous material (B) side is the transmission side of said sound wave.

**[0012]**

Said powder layer is the sheet article which held the powder which expresses sound absorbing performance by the acoustically transparent base material.

The thickness of said powder layer is desirable in it being 5 mm or less.

Said powder has preferably a 0.1 to 1000-micrometer mean particle diameter, and the bulk density of the range of 0.1 to 1.5 g/cm<sup>3</sup>.

Said powder is a mixed powder of the powder consisting of a granular particle and the powder consisting of the microfilament object of  $1 \times 10^2$  or less N/m of spring constants.

**[0013]**

Said powder has a granular particle and a microfilament object adhering to the surface of said granular particle, when said microfilament object has the spring constant of  $1 \times 10^2$  or less N/m, it is desirable.

**[0014]**

**[Embodiment]**

**[1st sound absorbing material]**

The sound absorbing material of this invention 1 is a laminated material of a cross-section as

えば、図1に示すような断面構造の積層材である。この吸音材は、 $200 \sim 500 \text{ kg/m}^3$ のかさ密度と $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ のヤング率とを有する多孔質材(A)1と、前記多孔質材(A)1の表面に積層された $100 \text{ kg/m}^3$ 以下のかさ密度と $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ のヤング率とを有する多孔質材(B)2とを備えており、前記多孔質材(A)1側が音波の入射側であり、前記多孔質材(B)2側が前記音波の透過側である。

**【0015】**

多孔質材(A)は、 $200 \sim 500 \text{ kg/m}^3$ のかさ密度と $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ のヤング率とを有するものであれば特に限定はない。多孔質材(A)の具体例としては、ロックウール繊維とバインダーとからなるロックウール吸音板；ロックウール、ガラスウール等の無機繊維をフェノール樹脂等のバインダーで成形したボード；ウレタンボード等の発泡性ボード等を挙げることができる。

**【0016】**

多孔質材(B)は、 $100 \text{ kg/m}^3$ 以下のかさ密度と $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ のヤング率とを有するものであれば特に限定はない。多孔質材(B)の具体例としては、ロックウール、ガラスウール、不織布等の無機または有機の多孔質材；ウレタン等の発泡樹脂体等を挙げることができる。多孔質材(A)お

shown in FIG. 1, for example.

This sound absorbing material is provided with porous material (A)1 which has the bulk density of 200 to 500 kg/m<sup>3</sup>, and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ , and porous material (B)2 which was laminated by the surface of said porous material (A)1 and which has the bulk density of 100 or less kg/m<sup>3</sup>, and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ .

Said porous material (A)1 side is the incident side of a sound wave.

Said porous material (B)2 side is the transmission side of said sound wave.

**[0015]**

If porous material (A) has the bulk density of 200 to 500 kg/m<sup>3</sup>, and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ , there will be especially no limitation.

As the example of porous material (A), rock wool acoustic tile which consists of rock wool fiber and a binder;

Board which formed inorganic fiber, such as rock wool and glass wool, with binders, such as a phenol resin;

and the foamability boards, such as a urethane board, etc. can be mentioned.

**[0016]**

If porous material (B) has the bulk density of 100 kg/m<sup>3</sup> or less, and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ , there will be especially no limitation.

As the example of porous material (B), inorganic or organic porous materials, such as rock wool, glass wool, and a nonwoven fabric; and the foamed-resin objects, such as urethane, etc. can be mentioned.

There is especially no limit about the thickness of porous material (A) and porous material (B).

よび多孔質材 (B) の厚みについては特に制限はないが、多孔質材 (A) の厚みが 2 ~ 20 mm で、多孔質材 (B) の厚みが 5 ~ 50 mm であると、多孔質材 (B) を多孔質材 (A) に積層した時の厚みが薄くて取り扱い性に優れ、低周波数域での吸音作用を付与できるため好ましい。また、多孔質材 (A) と多孔質材 (B) との厚みの比率 [多孔質材 (A) : 多孔質材 (B)] が、4 : 1 ~ 1 : 20 であると、低周波数域でのピーク周波数 (fr) を設定できるため好ましい。

**【0017】**

第1の吸音材では、多孔質材 (A) の表面に多孔質材 (B) が積層されている。多孔質材 (A) に多孔質材 (B) を積層する方法については特に限定はないが、たとえば、接着剤を使用して積層する方法、熱融着性のバインダーを使用して積層する方法、粘着テープで接着する方法等がある。第1の吸音材は、多孔質材 (A) の表面に多孔質材 (B) が積層され、一体化されており、また、異なるかさ密度の素材を積層することによって、後述の共振による吸音作用が生じるため厚みを薄くすることができるので、材料としての取り扱い性に優れている。

**【0018】**

第1の吸音材においては、多孔質材 (A) 側が音波の入射側であり、多孔質材 (B) 側が音波

However, when the thickness of porous material (A) is 2 - 20 mm, and the thickness of porous material (B) is 5 - 50 mm, the thickness when laminating porous material (B) in porous material (A) is thin, and it is excellent in a handleability.

Since a sound-absorption effect in a low-frequency region can be provided, it is desirable.

Moreover, when the ratio of the thickness of porous material (A) and porous material (B) [porous material (A):porous material (B)] is 4:1-1:20, since the peak frequency (fr) in a low-frequency region can be set up, it is desirable.

**[0017]**

Porous material (B) is laminated by the surface of porous material (A) in 1st sound absorbing material.

There is especially no limitation about the method of laminating porous material (B) in porous material (A).

However, for example, there are the method of using and laminating an adhesive agent, a method of using and laminating the binder of heat-fusion property, the method of adhering by the adhesive tape, etc.

As for 1st sound absorbing material, porous material (B) is laminated by the surface of porous material (A).

It integrates, moreover, by laminating the raw material of a different bulk density, since the sound-absorption effect by the below-mentioned resonance arises, thickness can be made thin.

Therefore, it is excellent in the handleability as a material.

**[0018]**

In 1st sound absorbing material, a porous material (A) side is the incident side of a sound wave.

A porous material (B) side is the transmission



の透過側である。音波の入射側および透過側を逆にすると、低周波数域での吸音作用が低下するために好ましくない。ロックウール等のかさ密度  $500 \text{ kg/m}^3$  以下の多孔質材単独では、中高音域においては吸音特性を示すが、低周波数域での吸音作用は非常に小さい。それにもかかわらず、第1の吸音材では低周波数域での吸音率が高い。この理由は以下のように考えられている。すなわち、図1で示した構造で説明すると、音波の入射側にある多孔質材(A)1を「質量(おもり)」、音波の透過側にある多孔質材(B)2を「バネ」とした共振現象が起こり、共振による吸音作用によって、低周波数域での吸音性能が高くなると考えられる。また、第1の吸音材において音波の入射側および透過側を逆にすると、低周波数域での吸音作用が低下するのは、上述のような共振による吸音作用が得られなくなるためである。また、多孔質材(A)および多孔質材(B)は、上記の範囲のかさ密度およびヤング率とを有する必要がある。この範囲外であると、音波が入射した際に多孔質材の共振現象が起こらないか、または、共振現象が起こってもその共振レベルが小さくなるおそれがあり、低周波数域での吸音性能は期待できなくなる。

side of a sound wave.

If the incident side and transmission side of a sound wave are made reverse, it is not desirable in order that a sound-absorption action in a low-frequency region may reduce.

In a porous material independent with a bulk densities [ , such as rock wool, ] of  $500 \text{ kg/m}^3$  or less, a sound absorption characteristics is shown in middle and high compass.

However, a sound-absorption action in a low-frequency region is very small.

Nevertheless, in 1st sound absorbing material, the acoustic absorption coefficient in a low-frequency region is high.

This reason is considered to be as follows.

That is, if the structure shown in FIG. 1 demonstrates, the resonance phenomenon which used as the "spring" porous material (B)2 which is in "mass (dead weight)" and the transmission side of a sound wave about porous material (A)1 in the incident side of a sound wave will happen.

With the sound-absorption action by resonance, it is thought that the sound absorbing performance in a low-frequency region becomes higher.

Moreover, if the incident side and transmission side of a sound wave are made reverse in 1st sound absorbing material, a sound-absorption action in a low-frequency region will reduce.

This is because the sound-absorption action by the above resonances is no longer obtained.

Moreover, porous material (A) and porous material (B) need to have the bulk density and Young's modulus of said range.

When the sound wave carried out incidence to it being outside this range, the resonance phenomenon of a porous material does not happen.

Or even if a resonance phenomenon happens, there is a possibility that the resonance level may become smaller.

It becomes impossible to anticipate the sound absorbing performance in a low-frequency region.

[0019]

[0019]

多孔質材 (A) または多孔質材 (B) をそれぞれ単独で吸音材として使用すると、低周波数域での吸音作用はほとんどないか、あっても吸音作用は小さい。そのために、単独で低周波数域での吸音率を上げるためには、多孔質材を厚くして使用する必要がある。それに対して、第1の吸音材では、上述のように共振による吸音作用が得られるため、多孔質材を薄くすることができる。

#### 【0020】

共振作用による吸音機構では、バネー質量系の共振が生じる周波数帯域で吸音率が大きくなる。共振現象によって吸音率が大きくなる周波数をピーク周波数 ( $f_r$ ) とすると、 $f_r$  は次に示す式 (1) で表される。なお、式 (1) で、 $\rho_1$  は多孔質材 (A) のかさ密度、 $t_1$  は多孔質材 (A) の厚み、 $t_2$  は多孔質材 (B) の厚みを示す。

#### 【0021】

$$f_r = [1.4 \times 10^5 / (\rho_1 \times t_1 \times t_2)]^{1/2} / 2\pi \quad (1)$$
  
 上記で、 $\rho_1 \times t_1$  は多孔質材 (A) の面重量 ( $\text{kg/m}^2$ ) であるため、ピーク周波数 ( $f_r$ ) は多孔質材 (A) の面重量 ( $\text{kg/m}^2$ ) と多孔質材 (B) の厚みで決まり、音波の入射側である多孔質材 (A) の面重量と、音波の透過側である多孔質材 (B) の厚みとが、共振現象により吸音率が大きくなる周波数であるピーク周波数 ( $f_r$ ) に

When porous material (A) or porous material (B) is independently used as a sound absorbing material, respectively, there is almost no sound-absorption action in a low-frequency region. Even if it is, a sound-absorption action is small. Therefore, in order to gather the acoustic absorption coefficient in a low-frequency region independently, it is necessary to thicken a porous material and to use it.

On the other hand, in 1st sound absorbing material, since the sound-absorption action by resonance is obtained as mentioned above, a porous material can be made thin.

#### 【0020】

By the sound-absorption mechanism by resonance action, an acoustic absorption coefficient becomes bigger by the frequency band which a resonance of a spring-mass system produces.

$f_r$  is expressed with Formula (1) shown below when the frequency in which an acoustic absorption coefficient becomes larger according to a resonance phenomenon is made into a peak frequency ( $f_r$ ).

In addition,  $1(\rho)$  shows the bulk density of porous material (A) by Formula (1).

$t_1$  shows the thickness of porous material (A).

$t_2$  shows the thickness of porous material (B).

#### 【0021】

$$f_r = [1.4 \times 10^5 / (\rho_1 \times t_1 \times t_2)]^{1/2} / 2\pi \quad (1)$$

Since  $1(\rho) \times t_1$  is the surface weight ( $\text{kg/m}^2$ ) of porous material (A), the peak frequency ( $f_r$ ) is decided by the surface weight ( $\text{kg/m}^2$ ) of porous material (A), and thickness of porous material (B).

It is understood the surface weight of porous material (A) which is the incident side of a sound wave, and the thickness of porous material (B) which is the transmission side of a sound wave has influence on the peak frequency ( $f_r$ ) which is a frequency in which an acoustic absorption coefficient becomes larger according to a resonance phenomenon.

影響を与えることがわかる。多孔質材(A)および多孔質材(B)における厚み、材質、かさ密度、ヤング率等の物性については、低周波数域での吸音性能と、厚みを薄くすることおよび材料としての取り扱い性等とのバランスを取りつつ適宜選択する必要がある。

#### 【第2の吸音材】

本発明の第2の吸音材は、たとえば、図2に示すような断面構造の積層材である。この吸音材は、 $200 \sim 500 \text{ kg/m}^3$  のかさ密度と  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材(A)4と、前記多孔質材(A)1の表面に積層された  $100 \text{ kg/m}^3$  以下のかさ密度と  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材(B)3と、前記多孔質材(B)3とは反対側にある前記多孔質材(A)4の表面に積層された粒子の振動により吸音作用を発現する粉体層5とを備え、前記粉体層5側が音波の入射側であり、前記多孔質材(B)3側が前記音波の透過側である。

#### 【0022】

第2の吸音材は、第1の吸音材において、多孔質材(B)とは反対側にある多孔質材(A)の表面に、粒子の振動により吸音作用を発現する粉体層を積層したものであり、第1の吸音材よりも低周波数域での吸音率がより高くなる。また、第1の吸音材では、多孔質材(A)の面重

About physical properties, such as porous material (A) and thickness in porous material (B), a material, a bulk density, and a Young's modulus, it is necessary to choose suitably, balancing the sound absorbing performance in a low-frequency region, the handleability as making thickness thin and a material, etc.

#### [2nd sound absorbing material]

The sound absorbing material of this invention 2 is a laminated material of a cross-section as shown in FIG. 2, for example.

This sound absorbing material is provided with a porous material (A)4 which has the bulk density of 200 to 500 kg/m<sup>3</sup>, and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ , a porous material (B)3 which was laminated by the surface of said porous material (A)1 and which has the bulk density of 100 or less kg/m<sup>3</sup>, and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ , and the powder layer 5 which expresses a sound-absorption action by vibration of the particle laminated by the surface of said porous material (A)4 which is in a reverse side to said porous material (B)3, said powder layer 5 side is the incident side of a sound wave.

Said porous material (B)3 side is the transmission side of said sound wave.

#### [0022]

2nd sound absorbing material is set to 1st sound absorbing material, with porous material (B), the powder layer which expresses a sound-absorption action by vibration of a particle on the surface of porous material (A) in a reverse side was laminated.

The acoustic absorption coefficient in a low-frequency region becomes higher more rather than 1st sound absorbing material.

Moreover, the surface weight of porous material

量を大きくしたり、多孔質材 (B) を厚くすることによって、ピーク周波数 ( $f_r$ ) を低減させることができるが、多孔質材 (A) の面重量を大きくすると、共振レベルが低下してしまい好ましくない場合がある。このような点は、第2の吸音材を使用することによって解消される。

**【0023】**

第2の吸音材においては、粉体層側が音波の入射側であり、多孔質材 (B) 側が音波の透過側である。音波の入射側および透過側を逆にすると、低周波数域での吸音作用が低下するために好ましくない。この理由は、第2の吸音材の場合と同様に、多孔質材 (A) および多孔質材 (B) の共振による吸音作用が得られなくなるためと、入射する音波が最初に粉体層に当たらないことによって粉体層中の粒子の振動による吸音作用が得られにくくなるためである。

**【0024】**

第2の吸音材で使用する多孔質材 (A) および多孔質材 (B) は、上記かさ密度およびヤング率を有するものであれば特に限定はなく、第1の吸音材で説明した多孔質材 (A) および多孔質材 (B) をそのまま使用することができる。第2の吸音材では、多孔質材 (A) の表面に多孔質材 (B) が積層され、また、多孔質材 (B) とは反対側にある多孔質材 (A) の表面に粉体層が積層されている。第2の吸音材における積層方法について

(A) is enlarged in 1st sound absorbing material, a peak frequency ( $f_r$ ) can be reduced by thickening porous material (B).

However, if the surface weight of porous material (A) is enlarged, a resonance level will reduce.

It may not be desirable.

Such a point is canceled by using 2nd sound absorbing material.

**[0023]**

In 2nd sound absorbing material, a powder layer side is the incident side of a sound wave. A porous material (B) side is the transmission side of a sound wave.

If the incident side and transmission side of a sound wave are made reverse, since a sound-absorption action in a low-frequency region will reduce, it is not desirable.

This reason is because the sound-absorption action by resonance of porous material (A) and porous material (B) is no longer obtained like the case of 2nd sound absorbing material, and that when the sound wave which carries out incidence does not hit a powder layer initially, the sound-absorption action by vibration of the particle in a powder layer is no longer obtained.

**[0024]**

If porous material (A) and porous material (B) which are used with 2nd sound absorbing material have a said bulk density and a Young's modulus, there will be especially no limitation.

Porous material (A) and porous material (B) which were demonstrated with 1st sound absorbing material can be used as it is.

Porous material (B) is laminated by the surface of porous material (A) in 2nd sound absorbing material, moreover, the powder layer is laminated by the surface of porous material (A) in a reverse side with porous material (B).

Also with the laminated method in 2nd sound absorbing material, the laminated method demonstrated with 1st sound absorbing material can be performed as it is.

も、第1の吸音材で説明した積層方法をそのまま行うことができる。

**【0025】**

第2の吸音材で使用される粉体層は、粒子の振動により吸音作用を発現するものであれば特に限定はない。このような粉体層が、吸音性能を発現する粉体を音響的に透明な基材で保持したシート状物で、粉体層の厚みが5mm以下であるものが、取り扱い性が向上するとともに、粉体の偏り等による吸音特性の低下が抑制でき、低周波数域での吸音作用が高くなるため好ましい。

**【0026】**

シート状物は吸音性能を発現する粉体を音響的に透明な基材で保持したものである。シート状物の構造については特に限定はないが、たとえば、図3にその断面を示すように、粒子の振動により吸音作用を発現する粉体8を音響的に透明な表面シート6により閉塞された構造のものがある。表面シート6同士は部分的に接着されており、表面シート6内部の粉体8が接着部分7によってセル状のユニットに分割されている構造である。図3では、シート状物は表面シート6が部分的に接着されていることによってセル構造を有し、粉体8が表面シート6内部に分割・保持されている。接着部分7は適宜設けられ、シート状物の面積の大きさに応じて、接着

**[0025]**

If the powder layer used with 2nd sound absorbing material expresses a sound-absorption action by vibration of a particle, there will be especially no limitation.

A handleability improves [ that whose thickness of a powder layer is 5 mm or less ] by the sheet article to which such a powder layer held the powder which expresses sound absorbing performance by the acoustically transparent base material.

A reduction of the sound absorption characteristics by the polarization of a powder etc. can be suppressed.

Since a sound-absorption action in a low-frequency region becomes higher, it is desirable.

**[0026]**

The sheet article held the powder which expresses sound absorbing performance by the acoustically transparent base material.

There is especially no limitation about the structure of a sheet article.

However, for example, as the cross section is shown in FIG. 3, there is structure obstructed with the acoustically transparent surface sheet 6 in the powder 8 which expresses a sound-absorption action by vibration of a particle.

Surface sheet 6 partner is adhered partially, it is the structure where the powder 8 of surface sheet 6 inside is divided by the adhesion part 7 at the cell-like unit.

In FIG. 3, a sheet article has a cell structure, when the surface sheet 6 adheres partially, the powder 8 is divided \* held to surface sheet 6 inside.

The adhesion part 7 is provided suitably, the number of the adhesion parts 7 is fluctuated according to the size of the area of a sheet article.

部分 7 の数は増減する。

**【0027】**

表面シート 6 を部分的に接着させる方法は、通常の使用状況において破損することなく接着部分 7 が維持することができれば特に限定はなく、たとえば、(1) 糸で縫い付ける方法、(2) 表面シート 6 に接着剤または粘着剤を付着させて接着する方法、(3) 熱溶着のバインダーで接着する方法等を挙げることができる。表面シート 6 と接着部分 7 で囲まれるセル部分の大きさは、数 cm ～数十 cm の範囲であると吸音特性に影響を与えることはない。セル部分の大きさが小さいほど、破損または切断によってセル構造がつぶれ、粉体 8 がセルからこぼれることがなくなるために好ましい。

**【0028】**

音響的に透明な基材としては、粉体を閉じ込め、粉体のこぼれ等を防止できるものであれば特に限定はない。なお、上記表面シート 6 は音響的に透明な基材の 1 種である。音響的に透明な基材の具体例としては、通気性のあるペーパー、織物、不織布シート、ガラスクロス；厚みが約 50  $\mu$ m 以下のポリエステルフィルム、ポリエチレンシート、ビニルシート等の高分子シート；アルミフォイル等の金属箔などの音響的に透明な表面シートが挙げられる。音響的に透明な基材は、吸音性能を発現する粉体の平均粒径および充填量によって適宜選択される。

**[0027]**

If the method of pasting up the surface sheet 6 partially can maintain the adhesion part 7, without failing in an anticipated-use situation, there will be especially no limitation.

For example, (1)

Method to sew on with a thread, (2) Method to make an adhesive agent or an adhesive adhere to the surface sheet 6, and adhere on it, and (3) Method to adhere with the binder of the heat welding are mentioned.

The size of the cell part surrounded in the surface sheet 6 and the adhesion part 7 does not affect a sound absorption characteristics as it is the range of several cm - several dozens cm.

A cell structure is crushed by failure or cutting, so that the size of a cell part is small.

Since it is eliminated that a powder 8 falls from a cell, it is desirable.

**[0028]**

As an acoustically transparent base material, about a powder, if it is the thing which can prevent the spill of lock-in and a powder etc., there will be especially no limitation.

In addition, said surface sheet 6 is one sort of an acoustically transparent base material.

As the example of an acoustically transparent base material, the existing air permeable paper, a textile fabric, a nonwoven-fabric sheet, glass cloth;

Polymeric sheets, such as the polyester film whose thickness is about 50 micrometer or less, a polyethylene sheet, and a vinyl sheet;

a coustically transparent surface sheets, such as metallic foils, such as aluminum foil, are mentioned.

An acoustically transparent base material is suitably chosen by the mean particle diameter and fill of a powder which express sound absorbing performance.

**【0029】**

シート状物は、上記で示した粒子の振動により吸音作用を発現する粉体を音響的に透明な表面シートにより閉塞された構造のもの以外であっても良く、たとえば、粒子の振動により吸音作用を発現する粉体を、レーヨン、ナイロン、ポリプロピレン系の不織布や、ガラスウール、ロックウール等のシート状繊維構造体内部に充填するもの、または、粒子の振動により吸音作用を発現する粉体をメッシュ状になった高分子シート、ペーパーハニカム等のセル構造体内部に充填して、音響的に透明な表面シートにより閉塞された構造のものを挙げることができる。セル構造体が柔軟であると、シート状物は取り扱い易いため好ましい。また、表面シートについても、シート状繊維構造体またはセル構造体と一体化させる必要があるため、粘着性、接着性および熱融着性を有するものが好ましい。この場合、バインダー等と構造体を接着させてもよい。

**【0030】**

シート状物における粉体としては、 $0.1 \sim 1000 \mu\text{m}$ の平均粒径と $0.1 \sim 1.5 \text{ g/cm}^3$ の範囲のかさ密度とを有する粉体が望ましい。平均粒径またはかさ密度が前記範囲を外れると、低音域での吸音特性に劣るおそれがある。低音域での吸音特性をより高めるという点からは、シート状物における粉体とし

**[0029]**

Except the structure obstructed with the acoustically transparent surface sheet in the powder which expresses a sound-absorption action by vibration of the particle which the sheet article was said and was shown is sufficient, for example, the thing which fills the powder which expresses a sound-absorption action by vibration of a particle inside sheet-like fiber-structure objects, such as a nonwoven fabric of rayon, nylon, and a polypropylene type, and glass wool, rock wool, or the structure which filled the powder which expresses a sound-absorption action by vibration of a particle inside cell structures, such as a polymeric sheet which became mesh-like, and a paper honey-comb, and was obstructed with the acoustically transparent surface sheet can be mentioned.

Since it is easy to deal with a sheet article as a cell structure being flexible, it is desirable.

Moreover, since it is necessary to make it integrate with a sheet-like fiber-structure object or a cell structure also about a surface sheet, what has adhesive, adhesion, and heat-fusion property is desirable.

In this case, it may paste up a binder etc. and a structure.

**[0030]**

As a powder in a sheet article, the powder which has a 0.1 to 1000-micrometer mean particle diameter and the bulk density of the range of 0.1 to 1.5 g/cm<sup>3</sup> is desirable.

When a mean particle diameter or a bulk density removes from said range, there is a possibility of deteriorating in the sound absorption characteristics in low sound range.

From the point of raising more the sound absorption characteristics in low sound range, as the powder in a sheet article, the powder

て、1～300  $\mu\text{m}$ の平均粒径と0.1～0.8  $\text{g/cm}^3$ の範囲のかさ密度とを有する粉体がより望ましい。本発明に用いられる粉体としては、フラット型またはピーク型の、吸音率の周波数特性と持つものが挙げられる。吸音率の周波数特性がフラット型またはピーク型でないと、低音域での吸音特性に劣るおそれがある。フラット型の、吸音率の周波数特性を有するとは、特定の周波数以上の周波数の音波が入射した時に、ほぼ一定の吸音率を有することである。ここで、特定の周波数は、粉体層の厚みによって変化するため、その値には特に限定はない。

#### 【0031】

フラット型の吸音率の周波数特性を有する粉体としては、

- ・バーミキュライト（平均粒径：200～400  $\mu\text{m}$ ，かさ密度：0.1  $\text{g/cm}^3$ ）
  - ・湿式シリカ（平均粒径：400～500  $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.1～0.2  $\text{g/cm}^3$ ）
  - ・軟質炭酸カルシウム（平均粒径：1～2  $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.4  $\text{g/cm}^3$ ）
  - ・ナイロンパウダー（平均粒径：180～500  $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.5  $\text{g/cm}^3$ ）
  - ・フェライト仮焼品（平均粒径：1.3～1.5  $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約1.0  $\text{g/cm}^3$ ）
  - ・金マイカ（平均粒径：650  $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.5～0.6  $\text{g/cm}^3$ ）
- 等が挙げられ、それぞれ単独で

which has a 1 to 300-micrometer mean particle diameter and the bulk density of the range of 0.1 to 0.8  $\text{g/cm}^3$  is more desirable.

As a powder used for this invention, the frequency characteristic of an acoustic absorptivity of a flat type or a peak type and the thing which it has are mentioned.

If the frequency characteristic of an acoustic absorptivity is not a flat type or a peak type, there is a possibility of deteriorating in the sound absorption characteristics in low sound range.

When the sound wave of the frequency more than a specific frequency carries out incidence to having the frequency characteristic of an acoustic absorptivity of a flat type, it is having an almost fixed acoustic absorptivity.

Here, since a specific frequency changes with the thickness of a powder layer, especially limitation is not in the value.

#### [0031]

As the powder which has the frequency characteristic of the acoustic absorptivity of a flat type,

- \* Vermiculite  
(Mean particle diameter: 200 to 400 micrometer, bulk density: 0.1  $\text{g/cm}^3$ )
  - \* Wet silica  
(Mean particle diameter: 400 to 500 micrometer, bulk density: About 0.1 - 0.2  $\text{g/cm}^3$ )
  - \* Soft calcium carbonate  
(Mean particle diameter: 1 to 2 micrometer, bulk density: About 0.4  $\text{g/cm}^3$ )
  - \* Nylon powder  
(Mean particle diameter: 180 to 500 micrometer, bulk density: About 0.5  $\text{g/cm}^3$ )
  - \* Ferrite calcination article  
(Mean particle diameter: 1.3 to 1.5 micrometer, bulk density: About 1.0  $\text{g/cm}^3$ )
  - \* Golden mica  
(Mean particle diameter: 650 micrometer, Bulk density: About 0.5 - 0.6  $\text{g/cm}^3$ )
- are mentioned, it each uses individually. Or two or more powders are used together.



使用されたり、あるいは、2以上の粉体が併用されたりする。

### 【0032】

ピーク型の吸音率の周波数特性を有するとは、吸音率の周波数特性曲線が上に凸の極大値を有することである。ここで、上に凸の極大値となる周波数は、粉体層の厚みによって変化するため、その値には特に限定はない。ピーク型の吸音率の周波数特性を有する粉体としては、シリカ、マイカ、タルク等が挙げられる。より具体的には、たとえば、

- ・金マイカ（平均粒径：40  $\mu$ m, かさ密度：約0.4 g/cm<sup>3</sup>）
- ・湿式シリカ（平均粒径：7～150  $\mu$ m, かさ密度：約0.1～0.3 g/cm<sup>3</sup>）
- ・球状シリカ（平均粒径：3～28  $\mu$ m, かさ密度：約0.3～0.9 g/cm<sup>3</sup>）
- ・タルク（平均粒径：1.5～9.4  $\mu$ m, かさ密度：約0.3～0.5 g/cm<sup>3</sup>）
- ・アクリル樹脂微粉体（平均粒径：1～2  $\mu$ m, かさ密度：約0.3 g/cm<sup>3</sup>）
- ・ケイ酸カルシウム粉体（平均粒径：20～30  $\mu$ m, かさ密度：約0.1 g/cm<sup>3</sup>）
- ・パーライト粉体（平均粒径：100～150  $\mu$ m, かさ密度：約0.1～0.2 g/cm<sup>3</sup>）
- ・フッ素樹脂粉体（平均粒径：5～25  $\mu$ m, かさ密度：約0.4～0.5 g/cm<sup>3</sup>）
- ・ベントナイト（平均粒径：0.3～3.5  $\mu$ m, かさ密度：約0.5～0.8 g/cm<sup>3</sup>）
- ・シラスバルーン（平均粒径：

### [0032]

It is that the frequency-characteristic curve of an acoustic absorptivity has convex maximum value as having the frequency characteristic of the acoustic absorptivity of a peak type.

Here, since the frequency used as convex maximum value is changed with the thickness of a powder layer, there is especially no limitation in the value.

A silica, a mica, a talc, etc. are mentioned as a powder which has the frequency characteristic of the acoustic absorptivity of a peak type.

More specifically, for example,

- \* Golden mica (mean particle diameter: 40 micrometer, bulk density: About 0.4 g/cm<sup>3</sup>)
- \* Wet silica (mean particle diameter: 7 to 150 micrometer, bulk density: about 0.1 - 0.3 g/cm<sup>3</sup>)
- \* Spherical silica (mean particle diameter: 3 to 28 micrometer, bulk density: about 0.3 - 0.9 g/cm<sup>3</sup>)
- \* Talc (mean particle diameter: 1.5 to 9.4 micrometer, bulk density: about 0.3 - 0.5 g/cm<sup>3</sup>)
- \* Acrylic-resin fine powder (mean particle diameter: 1 to 2 micrometer, bulk density : about 0.3 g/cm<sup>3</sup>)
- \* Calcium-silicate powder (mean particle diameter: 20 to 30 micrometer, bulk density : about 0.1 g/cm<sup>3</sup>)
- \* Pearlite powder (mean particle diameter: 100 to 150 micrometer, bulk density: about 0.1 - 0.2 g/cm<sup>3</sup>)
- \* Fluororesin powder (mean particle diameter: 5 to 25 micrometer, bulk density: about 0.4 - 0.5 g/cm<sup>3</sup>)
- \* Bentonite (mean particle diameter: 0.3 to 3.5 micrometer, bulk density: about 0.5 - 0.8 g/cm<sup>3</sup>)
- \* Shirasu-balloon (mean particle diameter: 30 to 50 micrometer, bulk density: about 0.2 - 0.3 g/cm<sup>3</sup>)
- \* Fused silica (mean particle diameter: 5 to 32 micrometer, bulk density: about 0.5 - 0.8 g/cm<sup>3</sup>)
- \* Silicon carbide powder (mean particle diameter: 0.4 to 5.0 micrometer, bulk density: about 0.6 - 1.1 g/cm<sup>3</sup>)

30~50  $\mu\text{m}$ , かさ密度: 約 0.2~0.3  $\text{g/cm}^3$ )

・溶融シリカ (平均粒径: 5~32  $\mu\text{m}$ , かさ密度: 約 0.5~0.8  $\text{g/cm}^3$ )

・炭化ケイ素粉体 (平均粒径: 0.4~5.0  $\mu\text{m}$ , かさ密度: 約 0.6~1.1  $\text{g/cm}^3$ )

・ナイロンパウダー (平均粒径: 5~250  $\mu\text{m}$ , かさ密度: 約 0.3~0.5  $\text{g/cm}^3$ )

・アクリル樹脂粉体 (平均粒径: 45  $\mu\text{m}$ , かさ密度: 約 0.6~0.7  $\text{g/cm}^3$ )

・炭素繊維粉体 (平均繊維径: 14~18  $\mu\text{m}$ , 繊維長: 100~200  $\mu\text{m}$ , かさ密度: 約 0.5~0.6  $\text{g/cm}^3$ )

・二酸化チタン粉体 (平均粒径: 0.1~0.25  $\mu\text{m}$ , かさ密度: 約 0.5~0.7  $\text{g/cm}^3$ )

・炭酸カルシウム粉体 (平均粒径: 3~30  $\mu\text{m}$ , かさ密度: 約 0.6~1.0  $\text{g/cm}^3$ )

・塩化ビニル樹脂粉体 (平均粒径: 130  $\mu\text{m}$ , かさ密度: 約 0.5  $\text{g/cm}^3$ )

・バリウムフェライト磁粉 (平均粒径: 1.8~2.2  $\mu\text{m}$ , かさ密度: 約 1.5  $\text{g/cm}^3$ )

・シリコンパウダー (平均粒径: 0.3~0.7  $\mu\text{m}$ , かさ密度: 約 0.2~0.3  $\text{g/cm}^3$ )

等が挙げられ、それぞれ単独で使用されたり、あるいは、2以上の粉体が併用されたりする。

### 【0033】

一例として、ピーク型の吸音率の周波数特性を有する粉体からは、平均粒径が 1.5~3.2  $\mu\text{m}$ , かさ密度が約 0.4  $\text{g/cm}^3$

\* Nylon powder (mean particle diameter: 5 to 250 micrometer, bulk density: about 0.3 - 0.5  $\text{g/cm}^3$ )

\* Acrylic-resin powder (mean particle diameter: 45 micrometer, bulk density: about 0.6 - 0.7  $\text{g/cm}^3$ )

\* Carbon fiber powder (average fiber diameter: 14 to 18 micrometer, fiber-length: 100-200 micrometer, bulk density: about 0.5 - 0.6  $\text{g/cm}^3$ )

\* Titanium-dioxide powder (mean particle diameter: 0.1 to 0.25 micrometer, bulk density: about 0.5 - 0.7  $\text{g/cm}^3$ )

\* Calcium-carbonate powder (mean particle diameter: 3 to 30 micrometer, bulk density: about 0.6 - 1.0  $\text{g/cm}^3$ )

\* Vinyl chloride resin powder (mean particle diameter: 130 micrometer, bulk density: about 0.5  $\text{g/cm}^3$ )

\* Barium-ferrite magnetic particle (mean particle diameter: 1.8 to 2.2 micrometer, bulk density: about 1.5  $\text{g/cm}^3$ )

\* Silicone powder (mean particle diameter: 0.3 to 0.7 micrometer, bulk density: about 0.2 - 0.3  $\text{g/cm}^3$ ) are mentioned, it each uses individually. Or two or more powders are used together.

### [0033]

As an example, the talc whose mean particle diameter is 1.5 to 3.2 micrometer and whose bulk density is about 0.4  $\text{g/cm}^3$  is chosen from the powder which has the frequency

のタルクを、フラット型の吸音率の周波数特性を有する粉体からは、平均粒径が200~400  $\mu\text{m}$ 、かさ密度が約0.1  $\text{g}/\text{cm}^3$ のバーミキュライトを選んで、30mm厚みでのそれらの垂直入射吸音率特性を図4に示した。図4中、曲線9は、タルクの吸音率特性、曲線10は、バーミキュライトの吸音率特性をそれぞれ示す。

#### 【0034】

シート状物における粉体として、粒状粒子からなる粉体とバネ定数 $1 \times 10^2 \text{N/m}$ 以下(好ましくはバネ定数10  $\text{N/m}$ 以下)の微小繊維体からなる粉体との混合粉体、または、粒状粒子と前記粒状粒子の表面に付着した微小繊維体とを有し微小繊維体が $1 \times 10^2 \text{N/m}$ 以下(好ましくはバネ定数10  $\text{N/m}$ 以下)のバネ定数を有する粉体を用いることがより一層望ましい。これらの粉体を用いることにより、低音域での吸音特性がより向上する。微小繊維体のバネ定数が前記範囲を外れると、低音域での吸音特性に劣るおそれがある。なお、粒状粒子からなる粉体としては、たとえば、上述した、0.1~1000  $\mu\text{m}$ の平均粒径と0.1~1.5  $\text{g}/\text{cm}^3$ の範囲のかさ密度とを有する粉体であり、好ましくは、1~300  $\mu\text{m}$ の平均粒径と0.1~0.8  $\text{g}/\text{cm}^3$ の範囲のかさ密度とを有する粉体が望ましい。

#### 【0035】

characteristic of a peak type acoustic absorptivity, the vermiculite whose mean particle diameter is 200 to 400 micrometer and whose bulk density is about 0.1  $\text{g}/\text{cm}^3$  is chosen from the powder which has the frequency characteristic of the acoustic absorptivity of a flat type, those vertical-incidence acoustic-absorptivity characteristics in 30 mm thickness were shown in FIG. 4.

A curve 9 shows the acoustic-absorptivity characteristic of a talc among FIG. 4.

A curve 10 each shows the acoustic-absorptivity characteristic of a vermiculite.

#### [0034]

it is much more desirable to use, as the powder in a sheet article, mixed powder of the powder consisting of a granular particle the powder consisting of the microfilament object of  $1 \times 10^2$  or less  $\text{N/m}$  (preferably 10 or less  $\text{N/m}$ ) of load rates, or The powder which has a granular particle and a microfilament object adhering to the surface of said granular particle, whose microfilament object has the load rate of  $1 \times 10^2$  or less  $\text{N/m}$  (preferably 10 or less  $\text{N/m}$ ).

By using these powders, the sound absorption characteristics in low sound range improves more.

When the load rate of a microfilament object removes from said range, there is a possibility of deteriorating in the sound absorption characteristics in low sound range.

In addition, as a powder consisting of a granular particle, it is the above-mentioned powder which has a 0.1 to 1000-micrometer mean particle diameter, and the bulk density of the range of 0.1 to 1.5  $\text{g}/\text{cm}^3$ , for example.

Preferably, the powder which has a 1 to 300-micrometer mean particle diameter and the bulk density of the range of 0.1 to 0.8  $\text{g}/\text{cm}^3$  is desirable.

#### [0035]

Specifically, as shown in FIG. 5, the powder

具体的には、図5に示すように、粒状粒子11からなる粉体と、上記数値範囲内のバネ定数を有する微小繊維体12からなる粉体とを混合するか、あるいは、粒状粒子11からなる粉体の該粒状粒子11の表面に微小繊維体12からなる粉体の該微小繊維体12を付けることで、粒状粒子からなる粉体よりさらに吸音特性を低音域化することができ、粉体層の厚み（または、シート状物の厚み）をより低減することが可能となる。

#### 【0036】

粒状粒子11に付着・混合させる微小繊維体12としては、金属ウィスカーなどのウィスカー、プラスチック繊維、植物繊維、ガラス繊維やそれらが凝集した構造体等が用いられる。より具体的には、チタン酸カリウムウィスカー、炭化ケイ素ウィスカー、酸化亜鉛ウィスカー、ケイ酸カルシウム針状粉体、セピオライト等が挙げられる。繊維径および繊維長についても特に限定はされないが、通常平均繊維径が0.1～10 $\mu$ mの範囲であり、繊維長は数 $\mu$ mから数十 $\mu$ mまでの範囲内である。

#### 【0037】

微小繊維体12は、これらに限定されるものではなく、バネ定数が $1 \times 10^2$  N/m以下のものであれば良く、望ましくはバネ定数が10 N/m以下のものである。さらには、粒状粒子11と微小繊維体12との混合割合は特に限定はされないが、粒状

consisting of the granular particle 11 and the powder consisting of the microfilament object 12 which has the load rate of said numerical value within the limits are mixed, or a sound absorption characteristics can further be formed into lower sound range than the powder consisting of a granular particle by attaching this microfilament object 12 of the powder consisting of the microfilament object 12 to the surface of this granular particle 11 of the powder consisting of the granular particle 11, the thickness (or thickness of a sheet article) of a powder layer can be reduced more.

#### 【0036】

As a microfilament object 12 adhered \* mixed, the structure which whiskers, such as a metal whisker, plastic fiber, a vegetable fiber, a glass fiber, and they aggregated is used for the granular particle 11.

More specifically, a potassium-titanate whisker, a silicon carbide whisker, a zinc-oxide whisker, a calcium-silicate acicular powder, a sepiolite, etc. are mentioned.

Especially limitation is not carried out about a fiber diameter and a fiber length, either.

However, a normal average fiber diameter is the range which is 0.1 to 10 micrometer.

A fiber length is within the limits from several micrometer to dozens of micrometer.

#### 【0037】

The microfilament object 12 is not limited to these.

A load rate should just be  $1 \times 10^2$  or less N/m.

A load rate is 10 or less N/m desirably.

Furthermore, especially limitation is not carried out for the mixing rate of the granular particle 11 and the microfilament object 12.

However, there is a weight proportion of the powder and the powder consisting of a

粒子からなる粉体と微小繊維体からなる粉体との重量比率は、たとえば、20:1~1:10の範囲内であり、5:1~1:3の範囲内が好ましい。微小繊維体粉体の比率が、前記範囲を外れると低音域での吸音特性に劣るおそれがある。粒状粒子11への微小繊維体12の付着方法についても特に限定はされないが、たとえば、希釈したバインダーに微小繊維体を混合し、熱風中を流動している粒状粒子にスプレーする方法や、あるいは、熱融着性バインダーをコーティングした粒状粒子と微小繊維体を混合加熱するという方法などがある。

#### 【0038】

次に、粉体粒子の吸音機構を説明する。粉体層に音波が入射すると、粉体層の縦振動モードが励起され、そのモードが生じる周波数帯域では吸音率が大きくなる。吸音率が大きくなる周波数をピーク周波数( $f_r$ )とすると、 $f_r$ は、粉体層のヤング率 $E$ 、かさ密度 $\rho$ 、粉体層厚み $t$ で次に挙げる式(2)のように表すことができる。

#### 【0039】

$$f_r \propto (E / \rho)^{1/2} / 4t \quad (2)$$

なお、粉体層のヤング率 $E$ は粉体粒子表面のバネ定数で決定される。通常、粒状粒子表面のバネ定数は $1 \times 10^2 \text{ N/m}$ よりも大きいため、前記微小繊維体のバネ定数が $1 \times 10^2 \text{ N/m}$ 以下と粒状粒子1個のバネ定数より

microfilament object consisting of a granular particle within the range of for example, 20:1-1:10.

Within the limits of 5:1-1:3 is desirable.

There is a possibility that it may deteriorate in the sound absorption characteristics in low sound range when the ratio of a microfilament object powder removes from said range.

Especially limitation is not carried out about the adhesion method of the microfilament object 12 to the granular particle 11, either.

However, the method of mixing a microfilament object to the diluted binder and spraying the inside of a hot air to the granular particle which is flowing, for example, or the method of carrying out the mixed heating of the granular particle which coated the heat-fusion property binder, and the microfilament object etc. are mentioned.

#### [0038]

Next, the sound-absorption mechanism of a powder particle is demonstrated.

If a sound wave carries out incidence to a powder layer, the longitudinal oscillation mode of a powder layer will be excited, an acoustic absorptivity becomes bigger in the frequency band which the mode produces.

If the frequency in which an acoustic absorptivity becomes larger is made into a peak frequency ( $f_r$ ),  $f_r$  can be expressed with Young's-modulus  $E$ , bulk density ( $\rho$ ), and powder bed-depth  $t$  of a powder layer like the next Formula (2).

#### [0039]

$$f_r \propto (E / (\rho))^{1/2} / 4t \quad (2)$$

In addition, Young's-modulus  $E$  of a powder layer is determined by the load rate of the powder particle surface.

The load rate of the granular particle surface is usually larger than  $1 \times 10^2 \text{ N/m}$ .

The load rate of said microfilament object is  $1 \times 10^2$  or less  $\text{N/m}$ .

If smaller than the load rate of one granular particle, a sound absorption characteristics can

も小さければ、吸音特性をさらに低音域化することができる。

**【0040】**

粉体層の厚みは、前述するように5 mm 以下である取り扱い性が向上するとともに、粉体の偏り等による吸音特性の低下が抑制でき、低周波数域での吸音作用が高くなるため好ましく、3 mm 以下であるとさらに好ましい。ピーク周波数 ( $f_r$ ) は粉体物性 ( $E/\rho$ )<sup>1/2</sup> と粉体層の厚み  $t$  によって大きく影響を受けるため、要求される吸音特性に応じて粉体層の厚みと種類を適宜選択する必要がある。

**【0041】**

本発明の第1の吸音材は、多孔質材(A)および多孔質材(B)が積層されているため、材料としての取り扱い性に優れている。さらに多孔質材(A)が質量、多孔質材(B)がバネとして働くことによって、共振現象が起こり、共振による吸音作用によって、低周波数域での吸音性能が高くなり、厚みが薄くても低周波数域での吸音性能の低下はない。

**【0042】**

本発明の第2の吸音材は、多孔質材(A)、多孔質材(B)および粉体層が積層されて、一体化されているため、材料としての取り扱い性に優れている。さらに前述の共振による吸音作用に加えて、粉体層の振動による低周波数域での吸音作用が働くため、低周波数域での吸音性能が

further be formed into low sound range.

**[0040]**

It is desirable that the thickness of a powder layer is 5 mm or less, as mentioned above since a handleability improves, a reduction of the sound absorption characteristics by the inclination of a powder etc. can be suppressed, and a sound-absorption effect in a low-frequency region becomes higher. It is thus desirable.

It is further desirable in it being 3 mm or less.

Since a peak frequency ( $f_r$ ) receives influence greatly by thickness  $t$  of powder physical-property ( $E/(\rho)$ )<sup>1/2</sup> and a powder layer, it is necessary to choose the thickness and the kind of powder layer suitably according to the sound absorption characteristics required.

**[0041]**

Since porous material (A) and porous material (B) are laminated, the sound absorbing material of this invention 1 is excellent in the handleability as a material.

Porous material (A) further works as mass.

Porous material (B) works as a spring.

A resonance phenomenon thus happens.

With the sound-absorption effect by resonance, the sound absorbing performance in a low-frequency region becomes higher.

Even if thickness is thin, the sound absorbing performance in a low-frequency region does not reduce.

**[0042]**

Porous material (A), porous material (B), and a powder layer are laminated, and the sound absorbing material of this invention 2 is integrated.

Therefore, it is excellent in the handleability as a material.

It further adds to the sound-absorption effect by the above-mentioned resonance, a sound-absorption effect in the low-frequency region by vibration of a powder layer works.

さらに高くなり、厚みが薄くてもよい。また、粉体層が音波透過性を有しているので、粉体層を透過した音波は多孔質材内部に入射するため、中高音域での吸音特性を付与することができる。

**【0043】**

さらに、粉体層が、吸音性能を発現する粉体を音響的に透明な基材で保持したシート状物で、粉体層の厚みが5mm以下であると、取り扱い性がさらに向上するとともに、粉体の偏り等による吸音特性の低下が抑制できるため経時的な性能劣化はなく、低周波数域での吸音性能の低下が抑制される。本発明の吸音材は、薄型の低周波域吸音材として、リスニングルーム、楽器練習室の内装材、吸音ダクトの内貼り用素材、騒音を発生する機器の防音カバーの内貼り用素材として用いることができる。さらに、二重床、二重壁パネル等の間隙に設置することにより、優れた床衝撃音低減効果、遮音性向上効果が得られる。

**【0044】****【実施例】**

以下に、本発明の具体的な実施例および比較例を示すが、本発

The sound absorbing performance in a low-frequency region further becomes higher.

Thickness may be thin.

Moreover, the powder layer has the sound-wave permeability.

Therefore, since incidence of the sound wave which permeated the powder layer is carried out to the inside of a porous material, it can provide the sound absorption characteristics in middle-to-high sound range.

**[0043]**

Furthermore, a powder layer is the sheet article which held the powder which expresses sound absorbing performance by the acoustically transparent base material

and the thickness of a powder layer is 5 mm or less, a handleability further improves.

Also since a reduction of the sound absorption characteristics by the inclination of a powder etc. can be suppressed, there is no time-dependent performance degradation.

A reduction of the sound absorbing performance in a low-frequency region is suppressed.

The sound absorbing material of this invention can be used as a thin low-frequency region sound absorbing material as the interior material of a listening room and a musical instrument practice room, the raw material for lining of a sound absorption duct, and a raw material for lining of the noise insulation cover of the apparatus which generates a noise.

Furthermore, the outstanding floor impact-noise reduction effect and the sound-insulating improvement effect are acquired by installing in intervals, such as a double floor and a double wall panel.

**[0044]****[Example]**

Below, the concrete Example and concrete Comparative example of this invention are shown.

明は下記実施例に限定されない。

(実施例 1) 図 6 は、本発明に係る第 1 の吸音材の実施例の構成を示す断面図である。この吸音材は、すでに説明したとおりであり、 $200 \sim 500 \text{ kg/m}^3$  のかさ密度と  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (A) 14 と、この多孔質材 (A) 14 の表面に積層された  $100 \text{ kg/m}^3$  以下のかさ密度と  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (B) 13 とを備えており、多孔質材 (A) 14 側が音波の入射側であり、多孔質材 (B) 13 側が音波の透過側である。

**【0045】**

なお、多孔質材 (A) 14 はロックウール吸音板 (厚み 12 mm、密度  $400 \text{ kg/m}^3$ 、ヤング率  $7 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ ) であり、多孔質材 (B) 13 はロックウールファイバー (厚み 12 mm、密度  $24 \text{ kg/m}^3$ 、ヤング率  $3 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ ) である。なお、粘着テープを用いて多孔質材 (B) 13 を多孔質材 (A) 14 に積層した。

**【0046】**

多孔質材 (A) および多孔質材 (B) の種類は、上記例のロックウール吸音板、ロックウールファイバーに限定されず、多孔質材 (A) については、 $200 \sim 500 \text{ kg/m}^3$  のかさ密度と  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有し、多

However, this invention is not limited to the following Example.

**(Example 1)**

FIG. 6 is sectional drawing which shows the composition of the Example of 1st sound absorbing material based on this invention.

This sound absorbing material is as having already demonstrated.

It has porous material (A) 14 which has the bulk density of 200 to 500 kg/m<sup>3</sup>, and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ , and porous material (B) 13 which was laminated by the surface of this porous material (A) 14 and which has the bulk density of 100 or less kg/m<sup>3</sup>, and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ . A porous material (A) 14 side is the incident side of a sound wave.

A porous material (B) 13 side is the transmission side of a sound wave.

**[0045]**

In addition, porous material (A) 14 is a rock wool acoustic tile (the thickness of 12 mm, the density of 400 kg/m<sup>3</sup>, Young's modulus of  $7 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ ).

Porous material (B) 13 is a rock wool fiber (the thickness of 12 mm, the density of 24 kg/m<sup>3</sup>, Young's modulus of  $3 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ ).

In addition, porous material (B) 13 was laminated in porous material (A) 14 using the adhesive tape.

**[0046]**

The kind of porous material (A) and porous material (B) is not limited to the rock wool acoustic tile of a said example, and a rock wool fiber.

About porous material (A), it has the bulk density of 200 to 500 kg/m<sup>3</sup>, and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ , about porous material (B), it has the bulk density of 100 kg/m<sup>3</sup> or less, and the Young's modulus of



孔質材 (B) については、 $100 \text{ kg/m}^3$  以下のかさ密度と  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有するものであればよい。この範囲外であると、音波が入射した際に多孔質材の共振現象が起こらないか、または、共振現象が起こってもその共振レベルが小さくなるおそれがあり、低周波数域での吸音性能は期待できない。

**【0047】**

(実施例2) 図7は、本発明に係る第2の吸音材の実施例の構成を示す断面図である。この吸音材は、すでに説明したとおりであり、 $200 \sim 500 \text{ kg/m}^3$  のかさ密度と  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (A) 16 と、この多孔質材 (A) 16 の表面に積層された  $100 \text{ kg/m}^3$  以下のかさ密度と  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  のヤング率とを有する多孔質材 (B) 15 と、多孔質材 (B) 15 とは反対側にある多孔質材 (A) 16 の表面に積層された粒子の振動により吸音作用を発現する粉体層 17 とを備え、粉体層 17 側が音波の入射側であり、多孔質材 (B) 15 側が前記音波の透過側である。

**【0048】**

なお、多孔質材 (A) 16 はロックウール吸音板 (厚み  $12 \text{ mm}$ 、密度  $400 \text{ kg/m}^3$ 、ヤング率  $7 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ ) であり、多孔質材 (B) 15 はロックウールファイバー (厚み  $12 \text{ mm}$ 、

$1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ 。

It is good if said.

When the sound wave carried out incidence to it being outside this range, the resonance phenomenon of a porous material does not happen.

Or even if a resonance phenomenon happens, there is a possibility that the resonance level may become smaller.

The sound absorbing performance in a low-frequency region is not expectable.

**[0047]**

(Example 2)

FIG. 7 is sectional drawing which shows the composition of the Example of 2nd sound absorbing material based on this invention.

This sound absorbing material is as having already demonstrated.

It is provided with a porous material (A) 16 which has the bulk density of 200 to 500  $\text{kg/m}^3$ , and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ , a porous material (B) 15 which was laminated by the surface of this porous material (A) 16 and which has the bulk density of 100 or less  $\text{kg/m}^3$ , and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ , and the powder layer 17 which expresses a sound-absorption action by vibration of the particle laminated by the surface of porous material (A) 16 which is in a reverse side to the porous material (B) 15, the powder layer 17 side is the incident side of a sound wave.

A porous material (B) 15 side is the transmission side of said sound wave.

**[0048]**

In addition, porous material (A) 16 is a rock wool acoustic tile (the thickness of  $12 \text{ mm}$ , the density of  $400 \text{ kg/m}^3$ , Young's modulus of  $7 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ ).

Porous material (B) 15 is a rock wool fiber (the thickness of  $12 \text{ mm}$ , the density of  $24 \text{ kg/m}^3$ , Young's modulus of  $3 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ ).

密度  $24 \text{ kg/m}^3$ 、ヤング率  $3 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ ）である。また、粉体層 17 としては、図 8 に示すように、吸音性能を発現する粉体を音響的に透明な基材で保持したシート状物（厚み  $2 \text{ mm}$ ）が使用される。シート状物 11 は、シリカ（平均粒径  $150 \mu\text{m}$ 、密度  $350 \text{ kg/m}^3$ ）にケイ酸カルシウム針状粉体（バネ定数  $16 \text{ N/m}$ 、平均繊維長  $5 \sim 20 \mu\text{m}$ 、平均繊維径  $0.8 \mu\text{m}$ ）を付着させた粉体 18（シリカとケイ酸カルシウム針状粉体の配合割合は重量比率で  $1:1$ ）を、ポリプロピレン系不織布の繊維 19 の空隙部分に含ませて、音響的に透明なポリエステルフィルム 20（厚み  $25 \mu\text{m}$ ）で表面を覆い、シート状に成形したものである。

#### 【0049】

なお、粘着テープを用いて多孔質材 (B) 15 を多孔質材 (A) 16 に積層した。また、同様に、粉体層 17 を多孔質材 (A) 16 に積層した。以上のように、吸音材は、多孔質材 (A)、多孔質材 (B) および粉体層を積層したものであり、その厚みは約  $26 \text{ mm}$  である。なお、実施例 2 において、シート状物の厚み、粉体の種類、物性等については、上記実施例に限定されず、要求される吸音特性に応じて適宜選択される。

#### 【0050】

シート状物における粉体としては、上記に示したものに限定されない。しかし、粉体が、粒状

Moreover, as a powder layer 17, the sheet article (thickness of  $2 \text{ mm}$ ) which, as shown in FIG. 8, held the powder which expresses sound absorbing performance by the acoustically transparent base material is used.

Sheet article 11 is formed as follows.

The powder 18 (the mixture ratio of a silica and a calcium-silicate acicular powder is a weight proportion, and is  $1:1$ ) which made the calcium-silicate acicular powder (spring-constant  $16 \text{ N/m}$ , the average fiber length of  $5$  to  $20$  micrometer,  $0.8$  micrometer of average fiber diameters) adhere to a silica (the mean particle diameter of  $150$  micrometer, density of  $350 \text{ kg/m}^3$ ) is made to contain in the gap of the fiber 19 of a polypropylene type nonwoven fabric.

The surface is covered with the acoustically transparent polyester film 20 (thickness of  $25$  micrometer), it formed in the shape of a sheet.

#### [0049]

In addition, porous material (B)15 was laminated in porous material (A)16 using the adhesive tape.

Moreover, similarly, the powder layer 17 was laminated in porous material (A)16.

As mentioned above, the sound absorbing material laminated porous material (A), porous material (B), and a powder layer.

The thickness is about  $26 \text{ mm}$ .

In addition, in Example 2, it is not limited to a said Example about the thickness of a sheet article, the kind of powder, and a physical property, according to the sound absorption characteristics required, it chooses suitably.

#### [0050]

As a powder in a sheet article, it is not limited to what was shown in the above.

However, a powder is a mixed powder of

粒子からなる粉体と、バネ定数が  $1 \times 10^2 \text{ N/m}$  以下の微小繊維体からなる粉体との混合粉体であるか、あるいは、粒状粒子表面にバネ定数が  $1 \times 10^2 \text{ N/m}$  以下の微小繊維体を付けた構造を有している粉体を用いることがより一層望ましい。つまり、吸音特性に優れた粉体を用いることによって、粉体の充填量、つまり粉体層の厚みを薄くすることによっても低周波数域での吸音性能を発現できる。そのため、シート状物を用いた吸音材において、吸音性能と材料としての取り扱い性とを共に満足させることが可能となる。

#### 【0051】

シート状物を構成する、粉体を保持する基材としては、音響的に透明であり、粉体のこぼれが防止できるものであれば特に限定はされない。このような基材（表面シート）としては、たとえば、通気性のあるペーパー、織物、不織布シート、ガラスクロス等、あるいは厚みが概ね  $50 \mu\text{m}$  以下のポリエステルシート、ポリエチレンシート、ビニルシート等の高分子シートやアルミ фоль等金属箔などが挙げられる。

#### 【0052】

実施例2においては、多孔質材を積層することによるバネ質量系の共振現象による吸音作用に加えて、粉体層の振動による低周波数域での吸音作用が働くため、低周波数域での吸音性能

the powder which consists of a granular particle, and

the powder which consists of a microfilament object of  $1 \times 10^2$  or less  $\text{N/m}$  of spring constants. Or it is much more desirable to use the powder which has the structure which attached the microfilament object of  $1 \times 10^2$  or less  $\text{N/m}$  of spring constants to the granular particle surface.

In other words, the powder excellent in the sound absorption characteristics is used.

The fill of a powder in other words, thickness of a powder layer is made thin.

The sound absorbing performance in a low-frequency region can thus be expressed.

Therefore, in the sound absorbing material using a sheet article, both sound absorbing performance and the handleability as a material can be satisfied.

#### [0051]

As a base material holding a powder which constitutes a sheet article, it is acoustically transparent.

Especially limitation will not be carried out if the spill of a powder can be prevented.

As such a base material (surface sheet), for example, the existing air permeable paper, a textile fabric, a nonwoven-fabric sheet, a glass cloth, etc., or polymeric sheets, such as the polyester sheet, a polyethylene sheet, and a vinyl sheet whose thickness is 50 micrometer or less in general, and metallic foils, such as aluminum foil, etc. are mentioned.

#### [0052]

In addition to the sound-absorption action by the resonance phenomenon of the spring-mass system by laminating a porous material, in Example 2, a sound-absorption action in the low-frequency region by vibration of a powder layer works.

Therefore, the sound absorbing performance in

がさらに高くなる。さらに、粉体層を透過した音波が多孔質材内部に入射するため中高音域の音波を吸音することができる。さらに、実施例2においては、粉体層が吸音性能を発現する粉体を音響的に透明な基材で保持したシート状物であるため、取り扱い性がさらに向上する。シート状物であると、粉体の偏り等による吸音特性の低下が抑制され、経時的な性能劣化はなく、低周波数域での吸音性能の低下することはない。

#### 【0053】

実施例2においては、粉体層の厚み、粉体の種類、多孔質材等は、上記例に限定されず、要求される吸音特性に応じて、適宜選択される。たとえば、多孔質材(A)および多孔質材(B)の種類は、上記例のロックウール吸音板、ロックウールファイバーに限定されず、多孔質材(A)については、 $200 \sim 500 \text{ kg/m}^3$ のかさ密度と $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ のヤング率とを有し、多孔質材(B)については、 $100 \text{ kg/m}^3$ 以下のかさ密度と $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ のヤング率とを有するものであればよい。この範囲外であると、音波が入射した際に多孔質材の共振現象が起こらないか、または、共振現象が起こってもその共振レベルが小さくなるおそれがあり、低周波数域での吸音性能は期待できない。

a low-frequency region further becomes higher. Furthermore, since the sound wave which permeated the powder layer carries out incidence to the inside of a porous material, the sound wave of middle and high sound range can be absorbed sound.

Furthermore, in Example 2, since it is the sheet article which held the powder to which a powder layer expresses sound absorbing performance by the acoustically transparent base material, a handleability further improves.

A reduction of the sound absorption characteristics according that it is a sheet article to the polarization of a powder etc. is suppressed, there is no time-dependent performance degradation and the sound absorbing performance in a low-frequency region does not reduce.

#### [0053]

In Example 2, the thickness of a powder layer, the kind of powder, a porous material, etc. are not limited to a said example, but are suitably chosen according to the sound absorption characteristics required.

For example, the kind of porous material (A) and porous material (B) is not limited to the rock wool acoustic tile of a said example, and a rock wool fiber.

About porous material (A), it has the bulk density of  $200 \text{ to } 500 \text{ kg/m}^3$ , and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ , about porous material (B), it has the bulk density of  $100 \text{ kg/m}^3$  or less, and the Young's modulus of  $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ .

It is good if said.

When the sound wave carried out incidence to it being outside this range, the resonance phenomenon of a porous material does not happen.

Or even if a resonance phenomenon happens, there is a possibility that the resonance level may become smaller.

The sound absorbing performance in a low-frequency region is not expectable.

**【0054】**

次に、上記実施例1および2に示した吸音材において、JIS A1409にある残響室吸音率の測定方法に基づいて吸音性能を計測した結果を示す。図9は、吸音材の設置面積を3m<sup>2</sup>とした時に、実施例1の吸音材と、ロックウールからなり、かさ密度40kg/m<sup>3</sup>、厚み25mmの市販の多孔質吸音材（比較例の吸音材）との吸音率を測定した結果を示す。比較例の吸音材では500Hz以下の吸音性能は残響室吸音率（吸音率）が0.4以下であるのに対して、実施例1では500Hz以下の低周波数域で優れた吸音性能を示している。

**【0055】**

図10は、吸音材の設置面積を1.3m<sup>2</sup>とした時に、実施例1および実施例2の吸音材の吸音特性を示し、その性能を比較したものである。実施例2では厚さ2mmの粉体層を積層しており、実施例1の吸音材よりも250Hz以下の低周波数域で優れた吸音性能を示している。

**【0056】****【発明の効果】**

本発明の第1の吸音材は、多孔質材（B）が多孔質材（A）に積層されており、一体化されて

**[0054]**

Next, in the sound absorbing material shown in said Example 1 and 2, the result of having measured sound absorbing performance based on the measuring method of the reverberation-chamber acoustic absorption coefficient in JIS A1409 is shown.

FIG. 9 serves as a sound absorbing material of Example 1 from rock wool, when installation area of a sound absorbing material is made into 3 m<sup>2</sup>, the result of having measured the acoustic absorption coefficient with a commercially available porous sound absorbing material (sound absorbing material of a Comparative example) with a bulk density of 40 kg/m<sup>3</sup> and a thickness of 25 mm is shown.

In the sound absorbing material of a Comparative example, the sound absorbing performance of 500Hz or less is showing the sound absorbing performance which was excellent in Example 1 in the low-frequency region 500Hz or less to a reverberation-chamber acoustic absorption coefficient (acoustic absorption coefficient) being 0.4 or less.

**[0055]**

FIG. 10 shows the sound absorption characteristics of the sound absorbing material of Example 1 and Example 2, when installation area of a sound absorbing material is made into 1.3 m<sup>2</sup>, the property was compared.

The powder layer of thickness 2 mm is laminated in Example 2, the sound absorbing performance which excelled the sound absorbing material of Example 1 in the low-frequency region 250Hz or less is shown.

**[0056]****[EFFECT OF THE INVENTION]**

Porous material (B) is laminated by porous material (A), and the sound absorbing material of this invention 1 is integrated.

Therefore, it excels in the handleability as a

いるため、材料としての取り扱い性に優れている。さらに、第1の吸音材では、多孔質材(A)が質量、多孔質材(B)がバネとして働くことによって、共振現象が起こり、共振による吸音作用によって、低周波数域での吸音性能が高くなり、厚みが薄くても低周波数域での吸音性能の低下はなく、その吸音率は高い。

**【0057】**

本発明の第2の吸音材は、多孔質材(A)、多孔質材(B)および粉体層が積層されて、一体化されているため、材料としての取り扱い性に優れている。さらに前述の共振による吸音作用に加えて、粉体層の振動による低周波数域での吸音作用が働くため、低周波数域での吸音性能がさらに高くなり、厚みが薄くてもよい。また、粉体層が音波透過性を有しているので、粉体層を透過した音波は多孔質材内部に入射し、中高音域での吸音特性も有している。

**【0058】**

さらに、第2の吸音材において、粉体層が吸音性能を発現する粉体を音響的に透明な基材で保持したシート状物で、粉体層の厚みが5mm以下であると、シート状物であるために取り扱い性がさらに向上するとともに、基材で粉体を保持しているために粉体の偏り等による吸音特性の

material.

Furthermore, in 1st sound absorbing material, porous material (A) works as mass.

Porous material (B) works as a spring.

A resonance phenomenon happens and the sound absorbing performance in a low-frequency region becomes higher with the sound-absorption action by resonance, even if thickness is thin, there is no reduction of the sound absorbing performance in a low-frequency region, and the acoustic absorption coefficient is high.

**[0057]**

Porous material (A), porous material (B), and a powder layer are laminated, and the sound absorbing material of this invention 2 is integrated.

Therefore, it excels in the handleability as a material.

In addition to the sound-absorption action by the above-mentioned resonance, a sound-absorption action in the low-frequency region by vibration of a powder layer further works.

Therefore, the sound absorbing performance in a low-frequency region further becomes higher, thickness may be thin.

Moreover, the powder layer has the sound-wave permeability.

Therefore, incidence of the sound wave which permeated the powder layer is carried out to the inside of a porous material, it also has the sound absorption characteristics in middle and high sound range.

**[0058]**

Furthermore, it sets to 2nd sound absorbing material, a powder layer is the sheet article which held the powder which expresses sound absorbing performance by the acoustically transparent base material.

The thickness of a powder layer is 5 mm or less. Since it is a sheet article, a handleability further improves.

Since the powder is held by the base material, a reduction of the sound absorption characteristics by the polarization of a powder

低下が抑制でき、経時的な低周波数域での吸音性能の劣化はない。

etc. can be suppressed, there is no deterioration of the sound absorbing performance in a time-dependent low-frequency region.

**【図面の簡単な説明】****[BRIEF EXPLANATION OF DRAWINGS]****【図 1】**

本発明の第 1 の吸音材の 1 実施例を示す断面図。

**[FIG.1]**

Sectional drawing which shows one Example of the sound absorbing material of this invention 1.

**【図 2】**

本発明の第 2 の吸音材の 1 実施例を示す断面図。

**[FIG.2]**

Sectional drawing which shows one Example of the sound absorbing material of this invention 2.

**【図 3】**

シート状物の構造を示す断面図。

**[FIG.3]**

Sectional drawing which shows the structure of a sheet article.

**【図 4】**

フラット型およびピーク型吸音特性を持つ粉体層の吸音特性を表した図。

**[FIG.4]**

The figure showing the sound absorption characteristics of a powder layer with a flat type and a peak type sound absorption characteristics.

**【図 5】**

粒状粒子の表面に微小繊維体を付けた粉体の概念図。

**[FIG.5]**

The conceptual diagram of the powder which attached the microfilament object to the surface of a granular particle.

**【図 6】**

実施例 1 における吸音材を示す断面図。

**[FIG.6]**

Sectional drawing which shows the sound absorbing material in Example 1.

**【図 7】**

実施例 2 における吸音材を示す断面図。

**[FIG.7]**

Sectional drawing which shows the sound absorbing material in Example 2.

**【図 8】**

実施例 2 におけるシート状物を示す断面図。

**[FIG.8]**

Sectional drawing which shows the sheet article in Example 2.

**【図 9】****[FIG.9]**

The figure which shows the sound absorption

実施例 1 および比較例の吸音材の吸音特性を示す図。

characteristics of Example 1 and the sound absorbing material of a Comparative example.

【図 10】

実施例 1 および実施例 2 の吸音材の吸音特性を示す図。

【FIG.10】

The figure which shows the sound absorption characteristics of the sound absorbing material of Example 1 and Example 2.

【符号の説明】

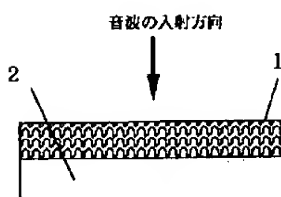
- 1 多孔質材 (A)
- 2 多孔質材 (B)
- 3 多孔質材 (B)
- 4 多孔質材 (A)
- 5 粉体層
- 6 表面シート
- 7 接着部分
- 8 粉体
- 11 粒状粒子
- 12 微小繊維体
- 13 多孔質材 (B)
- 14 多孔質材 (A)
- 15 多孔質材 (B)
- 16 多孔質材 (A)
- 17 粉体層
- 18 シリカにケイ酸カルシウム針状粉体を付着させた粉体
- 19 ポリプロピレン系不織布の繊維
- 20 ポリエステルフィルム

【EXPLANATION OF DRAWING】

- 1 Porous material (A)
- 2 Porous material (B)
- 3 Porous material (B)
- 4 Porous material (A)
- 5 Powder layer
- 6 Surface sheet
- 7 Adhesion part
- 8 Powder
- 11 Granular particle
- 12 Microfilament object
- 13 Porous material (B)
- 14 Porous material (A)
- 15 Porous material (B)
- 16 Porous material (A)
- 17 Powder layer
- 18 Powder which made calcium-silicate acicular powder adhere to silica
- 19 Fiber of polypropylene type nonwoven fabric
- 20 Polyester film

【図 1】

【FIG.1】

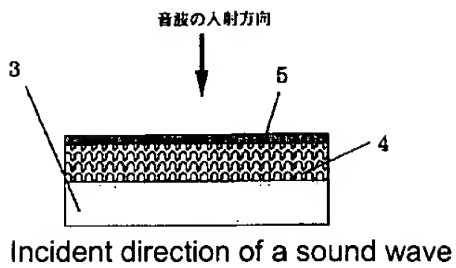


Incident direction of a sound wave



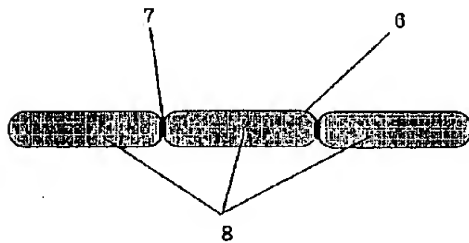
【図 2】

[FIG.2]



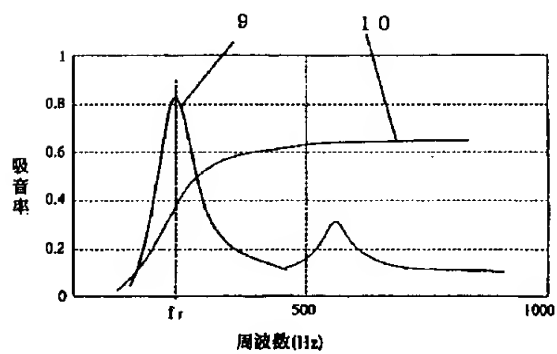
【図 3】

[FIG.3]



【図 4】

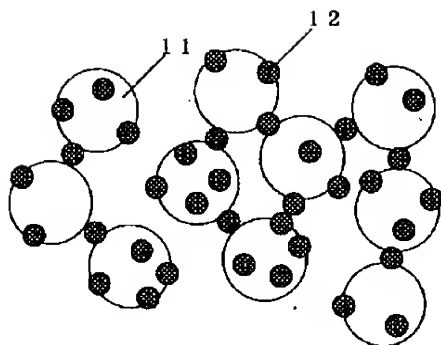
[FIG.4]



Acoustic absorption coefficient vs Frequency

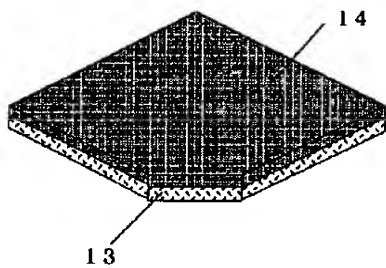
【図 5】

[FIG.5]



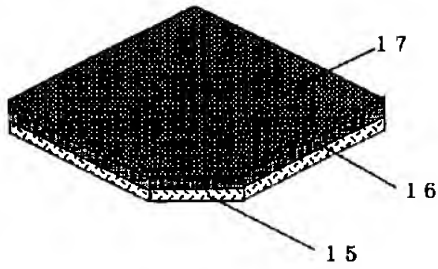
【図 6】

[FIG.6]



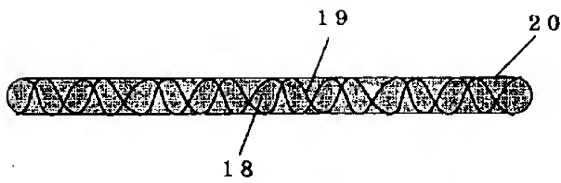
【図 7】

[FIG.7]



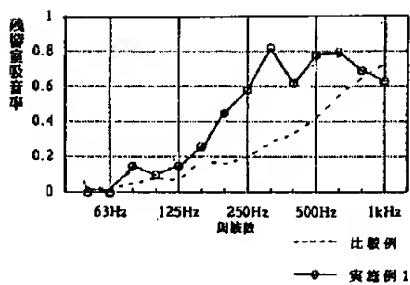
【図 8】

[FIG.8]



【図 9】

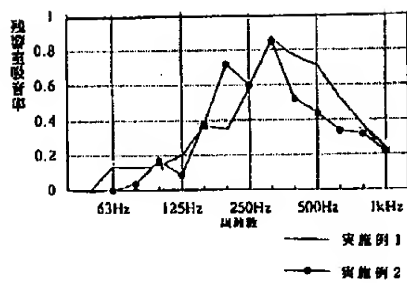
[FIG.9]



Reverberation-room acoustic absorption coefficient vs Frequency  
 Comparative Example  
 Example

【図 10】

[FIG.10]



Reverberation-room acoustic absorption coefficient vs Frequency

Example 1

Example 2

-----



## DERWENT TERMS AND CONDITIONS

*Derwent shall not in any circumstances be liable or responsible for the completeness or accuracy of any Derwent translation and will not be liable for any direct, indirect, consequential or economic loss or loss of profit resulting directly or indirectly from the use of any translation by any customer.*

Derwent Information Ltd. is part of The Thomson Corporation

Please visit our home page:

["WWW.DERWENT.CO.UK"](http://WWW.DERWENT.CO.UK) (English)

["WWW.DERWENT.CO.JP"](http://WWW.DERWENT.CO.JP) (Japanese)